

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

K. Yamada et al.  
8/2/01  
465631  
16f1

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて  
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed  
with this Office

出願年月日  
Date of Application: 2000年 8月 9日

JC973 U.S. PTO  
09/919829  
08/02/01

出願番号  
Application Number: 特願2000-240544

出願人  
Applicant(s): 日本電気株式会社

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年 7月 2日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及川耕造



CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

【書類名】 特許願  
【整理番号】 49210440  
【提出日】 平成12年 8月 9日  
【あて先】 特許庁長官殿  
【国際特許分類】 H04L 12/56  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内  
【氏名】 山田 憲晋  
【発明者】  
【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内  
【氏名】 宮尾 泰寛  
【特許出願人】  
【識別番号】 000004237  
【氏名又は名称】 日本電気株式会社  
【代理人】  
【識別番号】 100088812  
【弁理士】  
【氏名又は名称】 ▲柳▼川 信  
【手数料の表示】  
【予納台帳番号】 030982  
【納付金額】 21,000円  
【提出物件の目録】  
【物件名】 明細書 1  
【物件名】 図面 1  
【物件名】 要約書 1  
【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 パケット転送経路制御装置及びそれに用いるパケット転送経路制御方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ネットワークを構成する装置間の接続関係を報告し合うことによって自律分散的にルーティングテーブルを作成するルーティング処理手段を含むパケット転送経路制御装置であって、前記装置間を接続する個別リンクを介して隣接装置との接続情報を学習するためのハローメッセージを交換して前記隣接装置を特定する隣接装置識別子及び前記隣接装置に接続するための隣接個別リンクを特定する隣接個別リンク識別子を学習する個別リンク管理手段と、同一の隣接装置識別子を持つ複数の個別リンクを1つの集約リンクとして管理して前記ルーティング処理手段に通知する集約リンク管理手段とを有し、前記ルーティング処理手段は前記集約リンク単位で処理を行うようにしたことを特徴とするパケット転送経路制御装置。

【請求項2】 前記集約リンク管理手段は、前記同一の隣接装置識別子を持つ複数の個別リンクのうちの各個別リンク毎に予め設定された設定情報が同一の個別リンクを1つの集約リンクとして管理するようにし、

前記設定情報が少なくとも管理上のグループを示すグループ識別子及び各個別リンク毎の優先度を示す優先度情報のいずれかを含むことを特徴とする請求項1記載のパケット転送経路制御装置。

【請求項3】 前記個別リンクの帯域幅を示す情報を前記設定情報として設定するようにしたことを特徴とする請求項2記載のパケット転送経路制御装置。

【請求項4】 前記集約リンク管理手段は、少なくとも前記集約リンクを特定する集約リンク識別子と当該集約リンク識別子に対応する集約リンクを構成する複数の個別リンク各々の帯域幅の和を示す合計帯域とを保持する集約リンク管理テーブルの保持内容に基づいて前記集約リンクを管理するようにしたことを特徴とする請求項1から請求項3のいずれか記載のパケット転送経路制御装置。

【請求項5】 前記集約リンク管理手段は、前記集約リンクを構成する個別

リンク数に応じて定義される集約リンク状態とそれに対応する前記合計帯域を示す情報を前記ルーティング処理手段に通知するようにしたことを特徴とする請求項4記載のパケット転送経路制御装置。

【請求項6】 前記個別リンク管理手段は、前記集約リンク毎に設定されたインターフェースIP（Internet Protocol）アドレスを前記個別リンクを介して交換するよう構成したことを特徴とする請求項1から請求項5のいずれか記載のパケット転送経路制御装置。

【請求項7】 前記インターフェースIPアドレスは、前記隣接装置識別子で規定されることを特徴とする請求項6記載のパケット転送経路制御装置。

【請求項8】 前記隣接装置は、ルータからなり、前記ルータと前記インターフェースIPアドレスを交換するようにしたことを特徴とする請求項6または請求項7記載のパケット転送経路制御装置。

【請求項9】 前記隣接装置は、OXC（Optical Cross Connect）からなり、前記OXCと前記インターフェースIPアドレスを交換するようにしたことを特徴とする請求項6または請求項7記載のパケット転送経路制御装置。

【請求項10】 前記個別リンク各々に送信側と受信側とで同一の値となる共通リンク識別子を設定し、その共通リンク識別子を、波長パスの設定要求を行うためのシグナリンクメッセージに挿入するようにしたことを特徴とする請求項9記載のパケット転送経路制御装置。

【請求項11】 前記集約リンクを構成する個別リンクの合計帯域を示す情報を個別リンク数に関係なく一定とするために、その情報に固定値を設定するようにしたことを特徴とする請求項9または請求項10記載の記載のパケット転送経路制御装置。

【請求項12】 前記集約リンクと当該集約リンクを構成する個別リンクのリストとを対応付けて格納するリンクマッピングテーブルを含み、パケット受信時に前記リンクマッピングテーブルから前記集約リンクを構成する個別リンクの1つを選択してパケット転送を行うようにしたことを特徴とする請求項1から請求項11のいずれか記載のパケット転送経路制御装置。

【請求項13】 前記リンクマッピングテーブルにおいて、前記集約リンクに対応する当該集約リンクを構成する個別リンクのリストに記載された個別リンクのそれぞれに設定された分散係数にしたがって負荷分割パケット転送を行うようにしたことを特徴とする請求項12記載のパケット転送経路制御装置。

【請求項14】 前記分散係数の設定は、前記個別リンク毎の帯域比及び前記個別リンク毎の前記分散係数のパラメータのいずれかを設定するようにしたことを特徴とする請求項13記載のパケット転送経路制御装置。

【請求項15】 前記個別リンク管理手段は、前記ハローメッセージに前記個別リンクのインターフェース識別子を格納することで互いのインターフェース識別子を学習し合うようにしたことを特徴とする請求項1から請求項14のいずれか記載のパケット転送経路制御装置。

【請求項16】 請求項15記載のパケット転送経路制御装置を具備し、各個別リンク毎にスイッチングを行うクロスコネクト装置において、前記個別リンク管理手段は、前記個別リンクが使用中であるかどうかを管理し、シグナリング要求メッセージを受信した際に転送先の集約リンクを特定し、当該集約リンクを構成する個別リンクの中で使用中でない個別リンクを選択するようにしたことを特徴とするパケット転送経路制御装置。

【請求項17】 前記シグナリング要求メッセージを受信した際に、当該シグナリング要求メッセージ内の送信個別リンク識別子を参照し、その送信個別リンク識別子及び受信した集約リンクの前記インターフェース識別子を基に自装置に蓄積する隣接装置個別リンク識別子に一致する個別リンクを探索することで、どのリンクに対するシグナリング要求であるかを認識するようにしたことを特徴とする請求項16記載のパケット転送経路制御装置。

【請求項18】 前記送信個別リンク識別子に対応する隣接ルータリンク識別子を予め個別リンク管理テーブルから検索し、当該隣接ルータリンク識別子を宛先個別リンク識別子として前記シグナリング要求メッセージに挿入するようにしたことを特徴とする請求項16記載のパケット転送経路制御装置。

【請求項19】 前記個別リンク各自に送信側と受信側とで同一の値となる共通リンク識別子を設定し、その共通リンク識別子を前記シグナリング要求メ

セージに挿入するようにしたことを特徴とする請求項16記載のパケット転送経路制御装置。

【請求項20】 前記共通リンク識別子は、前記送信側及び前記受信側各々の個別リンク識別子のうちの大きい方の値を使用するようにしたことを特徴とする請求項19記載のパケット転送経路制御装置。

【請求項21】 転送先として選択した個別リンクの隣接個別リンク識別子を読み出して前記シグナリング要求メッセージによって前記隣接装置に通知するようにしたことを特徴とする請求項16記載のパケット転送経路制御装置。

【請求項22】 前記ルーティングテーブルは、リンクステート型のルーティングプロトコルに用いられるリンクステートルーティングテーブルであることを特徴とする請求項1から請求項21のいずれか記載のパケット転送経路制御装置。

【請求項23】 ネットワークを構成する装置間の接続関係を報告し合うことによって自律分散的にルーティングテーブルを作成するルーティング処理手段を含むパケット転送経路制御装置のパケット転送経路制御方法であって、前記装置間を接続する個別リンクを介して隣接装置との接続情報を学習するためのハローメッセージを交換して前記隣接装置を特定する隣接装置識別子及び前記隣接装置に接続するための隣接個別リンクを特定する隣接個別リンク識別子を学習し、同一の隣接装置識別子を持つ複数の個別リンクを1つの集約リンクとして管理して前記ルーティング処理手段に通知するとともに、前記ルーティング処理手段は前記集約リンク単位で処理を行うようにしたことを特徴とするパケット転送経路制御方法。

【請求項24】 前記集約リンクとして管理する際に、前記同一の隣接装置識別子を持つ複数の個別リンクのうちの各個別リンク毎に予め設定された設定情報が同一の個別リンクを1つの集約リンクとして管理するようにし、

前記設定情報が少なくとも管理上のグループを示すグループ識別子及び各個別リンク毎の優先度を示す優先度情報のいずれかを含むことを特徴とする請求項23記載のパケット転送経路制御方法。

【請求項25】 前記個別リンクの帯域幅を示す情報を前記設定情報として

設定するようにしたことを特徴とする請求項24記載のパケット転送経路制御方法。

【請求項26】 前記集約リンクとして管理する際に、少なくとも前記集約リンクを特定する集約リンク識別子と当該集約リンク識別子に対応する集約リンクを構成する複数の個別リンク各々の帯域幅の和を示す合計帯域とを保持する集約リンク管理テーブルの保持内容に基づいて前記集約リンクを管理するようにしたことを特徴とする請求項23から請求項25のいずれか記載のパケット転送経路制御方法。

【請求項27】 前記集約リンクとして管理する際に、前記集約リンクを構成する個別リンク数に応じて定義される集約リンク状態とそれに対応する前記合計帯域を示す情報を前記ルーティング処理手段に通知するようにしたことを特徴とする請求項26記載のパケット転送経路制御方法。

【請求項28】 前記隣接装置識別子及び前記隣接個別リンク識別子を学習する際に、前記集約リンク毎に設定されたインターフェースIP（Internet Protocol）アドレスを前記個別リンクを介して交換するようにしたことを特徴とする請求項23から請求項27のいずれか記載のパケット転送経路制御方法。

【請求項29】 前記インターフェースIPアドレスは、前記隣接装置識別子で規定されることを特徴とする請求項28記載のパケット転送経路制御方法。

【請求項30】 前記隣接装置は、ルータからなり、前記ルータと前記インターフェースIPアドレスを交換するようにしたことを特徴とする請求項28または請求項29記載のパケット転送経路制御方法。

【請求項31】 前記隣接装置は、OXC（Optical Cross Connect）からなり、前記OXCと前記インターフェースIPアドレスを交換するようにしたことを特徴とする請求項28または請求項29記載のパケット転送経路制御方法。

【請求項32】 前記個別リンク各々に送信側と受信側とで同一の値となる共通リンク識別子を設定し、その共通リンク識別子を、波長パスの設定要求を行うためのシグナリンクメッセージに挿入するようにしたことを特徴とする請求項

### 3.1 記載のパケット転送経路制御方法。

【請求項33】 前記集約リンクを構成する個別リンクの合計帯域を示す情報を個別リンク数に関係なく一定とするために、その情報に固定値を設定するようにしたことを特徴とする請求項31または請求項32記載の記載のパケット転送経路制御方法。

【請求項34】 前記集約リンクと当該集約リンクを構成する個別リンクのリストとを対応付けてリンクマッピングテーブルに格納し、パケット受信時に前記リンクマッピングテーブルから前記集約リンクを構成する個別リンクの1つを選択してパケット転送を行うようにしたことを特徴とする請求項23から請求項33のいずれか記載のパケット転送経路制御方法。

【請求項35】 前記リンクマッピングテーブルにおいて、前記集約リンクに対応する当該集約リンクを構成する個別リンクのリストに記載された個別リンクのそれぞれに設定された分散係数にしたがつて負荷分割パケット転送を行うようにしたことを特徴とする請求項34記載のパケット転送経路制御方法。

【請求項36】 前記分散係数の設定は、前記個別リンク毎の帯域比及び前記個別リンク毎の前記分散係数のパラメータのいずれかを設定するようにしたことを特徴とする請求項35記載のパケット転送経路制御方法。

【請求項37】 前記隣接装置識別子及び前記隣接個別リンク識別子を学習する際に、前記ハローメッセージに前記個別リンクのインターフェース識別子を格納することで互いのインターフェース識別子を学習し合うようにしたことを特徴とする請求項23から請求項36のいずれか記載のパケット転送経路制御方法。

【請求項38】 請求項37記載のパケット転送経路制御方法を用い、各個別リンク毎にスイッチングを行うクロスコネクト装置において、前記個別リンクが使用中であるかどうかを管理し、シグナリング要求メッセージを受信した際に転送先の集約リンクを特定し、当該集約リンクを構成する個別リンクの中で使用中でない個別リンクを選択するようにしたことを特徴とするパケット転送経路制御方法。

【請求項39】 前記シグナリング要求メッセージを受信した際に、当該シグナリング要求メッセージ内の送信個別リンク識別子を参照し、その送信個別リ

ンク識別子及び受信した集約リンクの前記インターフェース識別子を基に自装置に蓄積する隣接装置個別リンク識別子に一致する個別リンクを探索することで、どのリンクに対するシグナリング要求であるかを認識するようにしたことを特徴とする請求項38記載のパケット転送経路制御方法。

【請求項40】 前記送信個別リンク識別子に対応する隣接ルータリンク識別子を予め個別リンク管理テーブルから検索し、当該隣接ルータリンク識別子を宛先個別リンク識別子として前記シグナリング要求メッセージに挿入するようにしたことを特徴とする請求項38記載のパケット転送経路制御方法。

【請求項41】 前記個別リンク各自に送信側と受信側とで同一の値となる共通リンク識別子を設定し、その共通リンク識別子を前記シグナリンク要求メッセージに挿入するようにしたことを特徴とする請求項38記載のパケット転送経路制御方法。

【請求項42】 前記共通リンク識別子は、前記送信側及び前記受信側各自の個別リンク識別子のうちの大きい方の値を使用するようにしたことを特徴とする請求項41記載のパケット転送経路制御方法。

【請求項43】 転送先として選択した個別リンクの隣接個別リンク識別子を読み出して前記シグナリング要求メッセージによって前記隣接装置に通知するようにしたことを特徴とする請求項38記載のパケット転送経路制御方法。

【請求項44】 前記ルーティングテーブルは、リンクステート型のルーティングプロトコルに用いられるリンクステートルーティングテーブルであることを特徴とする請求項23から請求項43のいずれか記載のパケット転送経路制御方法。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

##### 【発明の属する技術分野】

本発明はパケット転送経路制御装置及びそれに用いるパケット転送経路制御方法に関し、特に装置間に複数のリンクが接続されている環境（インターネット網）でのパケット転送経路制御方法に関する。

##### 【0002】

## 【従来の技術】

IP (Internet Protocol) トラフィックは4ヶ月から8ヶ月で倍になるといわれており、このIPトラフィックを収容するため、北米インターネットバックボーンに設置されるルータは年々大容量化、高速化が進んでいる。既に、回線インターフェース速度はOC-192 (10Gbps) に到達しようとしており、これ以上の高速化は困難な状況になりつつある。

## 【0003】

しかしながら、WDM (Wavelength Division Multiplexing) 技術の進展によって、1本のファイバ内に複数のデータチャネルを収容可能となったことで、今後、急増するトラフィックを収容するために、WDM装置の導入が加速し、ルータ間の並列リンク数が増加していくことはほぼ必然と考えられる。

## 【0004】

また、インターネットではルーティングプロトコルがネットワーク内ルータの接続関係を報告し合うことによって、自律分散的にルーティングテーブルを作成している。上記のルーティングプロトコルとしてはリンクステート型とディスタンスベクタ型があり、特にISP (Internet Service Provider) のバックボーンではリンクステート型が使われている。

## 【0005】

代表的なリンクステートルーティングプロトコルとしては、インターネットエンジニアリングタスクフォース (Internet Engineering Task Force (IETF)) において1991年6月に承認されたリクエストフォーコメンツ (Request For Comments (RFC)) 1247の標準プロトコル案“オーエスピーイフ バージョン2 (OSPF Version 2)”や、国際標準化機構 (International Organizations of Standardization (ISO)) において、1992年6月に承認されたISO 10589の勧告IS-IS (Intermediate System to Intermediate System) 等がある。

## 【0006】

リンクステートルーティングプロトコルはハロー (Hello) メッセージによる隣接ルータの識別、LSA (Link State Advertisement) 交換による接続情報の学習、SPF (Shortest Path First) ツリーによるルーティングテーブルの計算という3つの機能要素から構成されている。

## 【0007】

まず、リンクステートルーティングプロトコルはルータの全てのインターフェースにおいて、ハローメッセージを交換することによって隣接ルータを識別する。隣接ルータを識別すると、ルータの接続する隣接ルータの全ての情報を含んだLSAを作成し、ルータの接続する全てのインターフェースを通して送信することによって隣接ルータに対してLSAを通知する。また、他の隣接ルータから受信したLSAに関しても、受信したインターフェース以外の全てのインターフェースに対して送信する。この全てのインターフェースに対するLSAの送信処理をフラッディングと呼ぶ。

## 【0008】

上記のフラッディング処理を繰り返すことによって、ルータはエリア内の全てのルータが送信したLSAを受信し、ルータ間の接続関係を全て学習する。隣接関係を学習すると、リンクステートルーティングプロトコルはSPFツリーを作成し、ルーティングテーブルを作成する。SPFツリーは、自分自身をルートとして、各ルータに対する経路が最短となるようなリンクのみで構成されるツリーである。

## 【0009】

リンクステートルーティングプロトコルではSPFツリーを計算するために、Dijkstraのアルゴリズムを使用する。このDijkstraのアルゴリズムによって、SPFツリーの計算オーダはエリア内の全ルータ数をN、エリア内の全リンク数をLとした場合、 $O((n+L) \times \log(n))$ となることが知られている。但し、IS-ISではHash Tableを利用することによって、SPFツリーの計算オーダは $O(L)$ となる。上記のDijkstraのアル

ゴリズムについては、“Routing in Communications Networks” [M. Steenstrup, Prentice Hall, pp 143-152 (1995)] に記載されている。

#### 【0010】

##### 【発明が解決しようとする課題】

上述した従来のパケット転送経路制御方法では、リンクステートルーティングプロトコルを使用する場合、ルータ間の並列リンク数が増大することによって、ルータの作成するLSAがルータの有する全リンクの接続情報によって構成されるので、並列リンクの増大に比例してリンクステート情報量が増大するという問題がある。

#### 【0011】

また、並列リンクの増大に比例した情報量のリンクステートパケットを、並列リンクの全てに送出するため、並列リンクの2乗に比例してルーティング制御トラフィックが増大するという問題がある。

#### 【0012】

さらに、SPFツリーの計算量がネットワーク内の全リンク数に比例して増大するので、並列リンク数に比例してSPFツリーの計算量が増大するという問題がある。

#### 【0013】

さらにまた、リンクのメトリック値をリンク帯域の逆数に比例して設定している場合に、適切な経路が選択されないという問題がある。例えば、ルータA-B間に100Mbpsの20本のリンクが存在し、ルータA-C間に600Mbpsの1本のリンクが存在する場合、ルータA-B間の方が合計の帯域が大きいにも関わらず、ルータA-C間のリンクのメトリック値の方が小さく設定されたため、SPFツリーの作成時にルータA-C間のリンクが優先的に選択されることになる。

#### 【0014】

この問題はルータA-B間の各リンクのメトリック値を $100\text{Mbps} \times 20 = 2\text{Gbps}$ 分の合計帯域に設定することによって解決可能である。但し、リンク

クの障害が発生して合計帯域が変化した場合には、合計帯域と異なるメトリック値を設定してしまうことになる。以上のように、リンクのメトリック値をルータ間の並列リンクの合計帯域に対して設定することが難しいという問題がある。

#### 【0015】

そこで、本発明の目的は上記の問題点を解消し、現状のリンクステートルーティング処理部に手を加えずに、ルータ間並列リンクにおけるルーティング処理のスケーラビリティ及び安定性を確保することができるパケット転送経路制御装置及びそれに用いるパケット転送経路制御方法を提供することにある。

#### 【0016】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明によるパケット転送経路制御装置は、ネットワークを構成する装置間の接続関係を報告し合うことによって自律分散的にルーティングテーブルを作成するルーティング処理手段を含むパケット転送経路制御装置であって、前記装置間を接続する個別リンクを介して隣接装置との接続情報を学習するためのハローメッセージを交換して前記隣接装置を特定する隣接装置識別子及び前記隣接装置に接続するための隣接個別リンクを特定する隣接個別リンク識別子を学習する個別リンク管理手段と、同一の隣接装置識別子を持つ複数の個別リンクを1つの集約リンクとして管理して前記ルーティング処理手段に通知する集約リンク管理手段とを備え、前記ルーティング処理手段は前記集約リンク単位で処理を行うようにしている。

#### 【0017】

本発明によるパケット転送経路制御方法は、ネットワークを構成する装置間の接続関係を報告し合うことによって自律分散的にルーティングテーブルを作成するルーティング処理手段を含むパケット転送経路制御装置のパケット転送経路制御方法であって、前記装置間を接続する個別リンクを介して隣接装置との接続情報を学習するためのハローメッセージを交換して前記隣接装置を特定する隣接装置識別子及び前記隣接装置に接続するための隣接個別リンクを特定する隣接個別リンク識別子を学習し、同一の隣接装置識別子を持つ複数の個別リンクを1つの集約リンクとして管理して前記ルーティング処理手段に通知するとともに、前記

ルーティング処理手段は前記集約リンク単位で処理を行うようにしている。

【0018】

すなわち、本発明のパケット転送経路制御装置は、従来のリンクステートルーティング制御手段と当該リンクステートルーティング制御手段の作成するリンクステートルーティングテーブルとに加えて、個別リンク間でハローメッセージを交換することによって隣接装置識別子及び隣接個別リンク識別子を学習する個別リンク管理手段と、同一の隣接装置識別子を有する個別リンクを1つの集約リンクとして管理してリンクステートルーティング制御手段に通知する集約リンク管理手段とを有している。

【0019】

これによって、並列リンク管理部で集約された集約リンク単位でリンクステートルーティング処理部におけるルーティング処理が行われるので、ルータ間の個別リンク数に関係なく、スケーラブルなルーティング処理を実現することが可能となる。

【0020】

【発明の実施の形態】

次に、本発明の実施例について図面を参照して説明する。図1は本発明の第1の実施例によるルータの構成を示すブロック図である。図1において、ルータ1はパケット転送経路制御装置2と、スイッチ部3と、インターフェース部4a～4hとから構成されている。

【0021】

パケット転送経路制御装置2は隣接するルータと制御パケットの交換を行う。制御パケットの交換はスイッチ部3を介して隣接ルータと接続するインターフェース部4a～4hからパケットを送受信することによって実現する。また、パケット転送経路制御装置2は他のルータに配備されたパケット転送経路制御装置2と交換したリンクステート情報及び集約リンク情報にしたがってパケットを転送するためのテーブルを作成し、各インターフェース部4a～4hにダウンロードする。

【0022】

図2は図1のパケット転送経路制御装置2の構成を示すブロック図である。図2において、パケット転送経路制御装置2は並列リンク管理部20と、リンクステートルーティング処理部26と、個別リンクインターフェースドライバ部27と、リンクステートルーティングテーブル28と、個別リンクマッピングテーブル29とから構成されている。

#### 【0023】

並列リンク管理部20は個別リンク管理部21と、集約リンク管理部22と、インターフェース変換部23と、個別リンク管理テーブル24と、集約リンク管理テーブル25とから構成されている。

#### 【0024】

個別リンクインターフェースドライバ部27は各個別リンクと制御パケットを送受信する。並列リンク管理部20は個別リンクインターフェースドライバ部27を介して各個別リンク間でハローメッセージを交換することによって、同一隣接ルータ間と接続している個別リンクを集約化して集約リンクを生成し、リンクステートルーティング処理部26へ通知する。

#### 【0025】

リンクステートルーティング処理部26は並列リンク管理部20から通知された集約リンクにしたがってルーティング処理を行うモジュールであり、従来のリンクステートルーティング処理部と同様のものである。

#### 【0026】

リンクステートルーティング処理部26はパケットの宛先アドレスから転送するルータの集約リンクを決定するリンクステートルーティングテーブル28を管理し、並列リンク管理部20は集約リンクから個別リンクへマッピングするための個別リンクマッピングテーブル29を管理する。

#### 【0027】

図3は図2の個別リンク管理テーブル24の構成例を示す図であり、図4は図2の集約リンク管理テーブル25の構成例を示す図であり、図5は図2の個別リンクマッピングテーブル29の構成例を示す図であり、図6は図2の個別リンク管理部21の動作を示すフローチャートであり、図7は図2の集約リンク管理部

22の動作を示すフローチャートである。これら図2～図7を参照して並列リンク管理部20の構成及び動作について説明する。

#### 【0028】

個別リンク管理部21は個別リンク毎にハローメッセージを交換することによって、隣接ルータとの接続情報を学習する。ハローメッセージは送信ルータ識別子(SRID)、送信インターフェース識別子(SIID)、隣接ルータ識別子(NRID)、ハローメッセージ有効時間(HHT)から構成されており、従来と同様に、隣接ルータを識別するためのものである。

#### 【0029】

送信ルータ識別子(SRID)はハローメッセージを送信するルータのルータ識別子である。送信インターフェース識別子(SIID)はハローメッセージを送信するインターフェースを識別するものであり、インターフェースのIPアドレスが設定される。インターフェースにIPアドレスが設定されていない場合には、インターフェースを一意に識別するための識別番号であるIndexを使用する。

#### 【0030】

隣接ルータ識別子(NRID)はハローメッセージを送信するインターフェースに接続する隣接ルータを一意に識別するためのIPアドレスであり、隣接ルータのルータ識別子を設定する。ハロー有効時間(HHT)はハローメッセージの有効時間であり、設定された有効時間以内に次のハローパケットを受信しなければ、隣接ルータとの接続関係が破棄される。

#### 【0031】

個別リンク管理部21は各個別リンクを管理するための個別リンク管理テーブル24を有する。個別リンク管理テーブル24の構成例を図3に示す。個別リンク管理テーブル24は個別リンク識別子(CLID)、個別リンク状態(CLST)、隣接ルータ識別子(NRID)、隣接ルータリンク識別子(NCLID)、個別リンク帯域(CLBW)から構成されている。

#### 【0032】

個別リンク管理部21は自身の有する個別リンクに関して、個別リンクがアップ状態になったことを下位レイヤから通知されると、個別リンク管理テーブル2

4のリンク状態を「UP」に設定し、個別リンク管理テーブル24から送信インターフェース識別子(SIID)及び隣接ルータ識別子(NRID)を読出してハローメッセージを作成した後、これを送信する。隣接ルータ識別子(NRID)は学習していない状態では空欄とする。

#### 【0033】

個別リンク管理部21は隣接ルータからハローメッセージを受信すると、送信ルータ識別子(SRID)から受信インターフェースの隣接ルータ識別子(NRID)を学習して個別リンク管理テーブル24に登録し、ハローメッセージ内の隣接ルータ識別子(NRID)を更新し、そのハローメッセージを送信する。

#### 【0034】

個別リンク状態(CLST)は「DOWN」、「UP」、「ESTABLISH」の三種類の状態を有する。「DOWN」は下位レイヤにおいて個別リンクが使用できないと通知されている状態である。「UP」は下位レイヤから個別リンクが使用可能であると通知されているが、隣接ルータの個別リンク管理部との接続関係が確立されていない状態である。「ESTABLISH」は隣接ルータの個別リンク管理部との接続関係が確立された状態である。

#### 【0035】

個別リンク管理部21は隣接ルータからハローメッセージを受信すると、隣接ルータ識別子(NRID)をチェックする。隣接ルータ識別子(NRID)が自身のルータ識別子と一致する場合には隣接関係が確立されたと判断し、個別リンク管理テーブル24の個別リンク状態(CLST)を「ESTABLISH」に設定し(図6ステップS11, S12)、個別リンクのリンクアップを、隣接ルータ識別子及びリンク帯域とともに集約リンク管理部22に通知する(図6ステップS13)。

#### 【0036】

個別リンク管理部21は個別リンク状態(CLST)が「ESTABLISH」においてハローメッセージを受信すると、ハローメッセージ有効時間経過後にタイムアウトする個別リンク毎のハロー保持タイマ(図示せず)を設定する。

#### 【0037】

個別リンク管理部21はタイマアウト発生前にハローメッセージを受信した場合、ハロー保持タイマを再設定する。ハローメッセージ有効時間以内にハローメッセージを受信しない場合にはタイムアウトが発生し、該当する個別リンクの個別リンク状態(CLST)は「UP」に設定され、個別リンクのリンクダウンを集約リンク管理部22に通知する。

#### 【0038】

個別リンク管理部21は下位レイヤから個別リンクのリンクダウンが通知されると、個別リンク状態(CLST)を「DOWN」に設定し、隣接ルータ識別子(NRID)、隣接ルータリンク識別子(NCLID)をクリアする。その際、リンク状態が「ESTABLISH」から「DOWN」に変更した場合には(図6ステップS11, S14)、集約リンク管理部22に該当個別リンクのリンクダウンを、隣接ルータ識別子及びリンク帯域とともに通知する(図6ステップS15)。

#### 【0039】

集約リンク管理部22は集約リンク管理テーブル25によって集約リンク毎の情報を管理する。集約リンク管理テーブル25の構成例を図4に示す。集約リンク管理テーブル25は集約リンク識別子(BLID)、隣接ルータ識別子(NRID)、合計帯域(TBW)、集約リンク状態(BST)、個別リンク数(CLN)、インターフェースIPアドレス、隣接インターフェースIPアドレスから構成されている。

#### 【0040】

集約リンク識別子(BLID)は集約リンクを一意に識別する識別番号である。隣接ルータ識別子(NRID)は集約リンクの接続する隣接ルータのルータ識別子である。合計帯域(TBW)は集約リンクを構成する各個別リンクの帯域の和である。

#### 【0041】

集約リンク状態(BST)は集約リンクの状態を示しており、「DOWN」と「UP」との二種類が存在する。個別リンク数(CLN)は集約リンクを構成する個別リンクの数である。インターフェースIPアドレスは集約リンクにつけられ

たインターフェースIPアドレスである。隣接インターフェースIPアドレスは集約リンクにつけられた隣接ルータのインターフェースIPアドレスである。

#### 【0042】

集約リンク管理部22は個別リンク管理部21から集約リンクを構成する個別リンクのリンクアップ、リンクダウンの通知を受けると、集約リンク状態と個別リンク数と合計帯域とを変更する。

#### 【0043】

集約リンク管理部22は個別リンクのリンクアップの通知を受けると（図7ステップS21, S22）、隣接ルータ識別子より集約リンクを特定し（図7ステップS23）、該当する集約リンクの個別リンク数を1大きい値に変更する（図7ステップS24）。

#### 【0044】

また、集約リンク管理部22は個別リンクのリンクダウンの通知を受けると（図7ステップS21, S22）、隣接ルータ識別子より集約リンクを特定し（図7ステップS26）、該当する集約リンクの個別リンク数を1小さい値に変更する（図7ステップS27）。集約リンク状態は個別リンク数によって決定し、個別リンク数が0の場合には（図7ステップS30）、「DOWN」状態となり（図7ステップS31）、個別リンク数が1以上の場合には（図7ステップS30）、「UP」状態となる（図7ステップS34）。

#### 【0045】

集約リンク管理部22はリンクアップ時に個別リンクの帯域を合計帯域に追加し（図7ステップS25）、リンクダウン時に個別リンクの帯域を合計帯域から減少する（図7ステップS28）。集約リンクのメトリック値は合計帯域（TBW）の逆数として計算される（図7ステップS29）。

#### 【0046】

この計算方法は個別リンクにおいて管理している情報が帯域ではなく、メトリックである場合にも、帯域をメトリックの逆数として考えることによって同様に適用可能である。

#### 【0047】

集約リンク管理部22は集約リンク状態が変化した場合やメトリックが変更された場合（図7ステップS36）、リンクステートルーティング処理部26に該当集約リンクの集約リンク状態とメトリックとを通知する（図7ステップS37）。

#### 【0048】

集約リンク管理部22は個別リンク管理部21から集約リンクを構成する個別リンクのリンクアップ、リンクダウンの通知を受けると、個別リンクマッピングテーブル29の更新を行う。個別リンクマッピングテーブル29は、図5に示すように、集約リンクに対する個別リンクのリスト及びその負荷分割転送比（分散比）が格納される。

#### 【0049】

集約リンク管理部22は個別リンク管理部21から個別リンクのリンクアップ通知を受けた場合、該当する集約リンクに当該個別リンクのエントリを追加し（図7ステップS35）、分割転送比を設定する。分割転送比は帯域に比例した値を設定するものとするが、個別リンク管理テーブル24に個別リンク毎の分散転送比のパラメータを設定可能として、その値を利用しても良い。

#### 【0050】

集約リンク管理部22は個別リンク管理部21から個別リンクのリンクダウン通知を受けた場合、該当する集約リンクから当該個別リンクのエントリを削除し（図7ステップS32）、リンクステートルーティング処理部26にリンクダウンとメトリックとを通知する（図7ステップS33）。

#### 【0051】

インターフェース変換部23はリンクステートルーティング処理部26からリンクステートルーティングパケットの送信要求を受付けると、集約リンクの中の1つの個別リンクを選択してパケットを転送する。また、インターフェース変換部23はある個別リンクで隣接ルータからリンクステートルーティングパケットを受信した場合、当該個別リンクを構成する集約リンクからパケットを受信したものとして、リンクステートルーティング処理部26に受信パケットを受け渡す。

#### 【0052】

但し、OSPF (Open Shortest Path First) 等のように、受信インターフェースの識別を受信パケット内のインターフェースIPアドレスによって識別しているようなリンクステートルーティング処理部26の場合には、インターフェース変換部23で変換しなくても、リンクステートルーティング処理部26は集約リンクにおいて受信したものと認識するため、変換を必要とはしない。

## 【0053】

図8は図1のインターフェース部4a～4hにおける転送リンク決定処理の動作を示す図である。図8においてはインターフェース部4a～4hをインターフェース部4として示している。

## 【0054】

まず、インターフェース部4にパケットが入力されると、集約リンク選択処理部41はパケットの宛先アドレスからリンクステートルーティングテーブル28を参照し、集約リンクを解決する。

## 【0055】

次に、個別リンク選択処理部42は個別リンクマッピングテーブル29から集約リンクに対応する個別リンクのリストを解決し、個別リンクのリストの中の1つの個別リンクを選択してパケットの転送を行う。

## 【0056】

図9は本発明の第1の実施例によるネットワークの構成を示すブロック図である。図9においてはパケット転送経路制御装置2を有するルータによって構成されるIPネットワークの構成を表したものである。このIPネットワークは第1～第6の6台のルータ51～56で構成されており、各ルータ51～56間は一本もしくは複数のリンク101～104で接続されている。

## 【0057】

上記のパケット転送経路制御装置2を備えたルータ51～56は各々有するリンク上でハローパケットを交換することによって、隣接するルータの装置識別子を取得する。装置識別子は装置を一意に識別するものであり、ルータ51～56の場合にはルータ識別子(ROUTER ID)と呼ばれる各ルータ51～56

にユニークなIPアドレスを利用する。

#### 【0058】

上述した集約リンクは隣接するルータのルータ識別子が同一であるリンクを集約して一本のリンクへと仮想リンク化したものである。また、上述した個別リンクは仮想化されていないリンクを集約リンクと区別するためのものである。個別リンクは物理的に異なる媒体を通るリンクの場合もあれば、ATM (Asynchronous Transfer Mode) のVC (Virtual Connection) のような論理的に生成されたリンクの場合もある。

#### 【0059】

パケット転送経路制御装置2内のリンクステートルーティング処理部26はこの集約リンク単位でルーティング処理を行う。

#### 【0060】

図10は本発明の第1の実施例によるリンクステートルーティングモジュールの認識するネットワークの構成を示す図である。図10において、全てのルータ51～56は1本の集約リンク201～208によって接続されているため、各ルータ51～56間の個別リンク数に関係なく、スケーラブルなルーティング処理が実現可能となる。

#### 【0061】

図11は本発明の第1の実施例におけるハローメッセージによる隣接関係の確立例を示すシーケンスチャートである。これら図1～図11を参照して隣接ルータ間の個別リンク管理部21においてハローメッセージを交換することによる個別リンクの隣接関係確立手順について説明する。尚、交換する情報としては送信ルータ識別子(SRID)と隣接ルータ識別子(NRID)とのみを示し、他の情報は省略する。

#### 【0062】

まず、第1のルータ51の個別リンク管理部21は個別リンクのリンク状態が「DOWN」状態から「UP」状態に変化すると、送信ルータ識別子(SRID)を「第1のルータのルータ識別子」、隣接ルータ識別子(NRID)を「なし」に設定してハローメッセージを送信する(図11のS1)。

## 【0063】

第1のルータ51からハローメッセージを受信した第2のルータ52の個別リンク管理部21は、第1のルータ51と同じタイミングで、個別リンクのリンク状態が「DOWN」状態から「UP」状態に変化すると、ハローメッセージ内の隣接ルータ識別子（N R I D）が「なし」であるため、リンク状態を「UP」のまま変更しない。

## 【0064】

次に、第2のルータ52の個別リンク管理部21は送信ルータ識別子（S R I D）＝「第2のルータのルータ識別子」、隣接ルータ識別子（N R I D）＝「第1のルータのルータ識別子」に設定して、ハローメッセージを送信する（図11のS2）。

## 【0065】

第2のルータ52からハローメッセージを受信した第1のルータ51の個別リンク管理部21はハローメッセージ内の隣接ルータ識別子（N R I D）が「第1のルータのルータ識別子」であり、自分のルータ識別子と一致することからリンク状態を「ESTABLISH」に変更する。

## 【0066】

次に、第1のルータ51の個別リンク管理部21は送信ルータ識別子（S R I D）＝「第1のルータのルータ識別子」、隣接ルータ識別子（N R I D）＝「第2のルータのルータ識別子」に設定して、ハローメッセージを送信する（図11のS3）。

## 【0067】

第1のルータ51からハローメッセージを受信した第2のルータ52の個別リンク管理部21はハローメッセージ内の隣接ルータ識別子（N R I D）が「第2のルータのルータ識別子」であり、自分のルータ識別子と一致することから、リンク状態を「ESTABLISH」に変更する。

## 【0068】

以上の処理動作によって、第1のルータ51、第2のルータ52の両方において、双方向での通信が可能であることが確認される。

## 【0069】

次に、第1のルータ51と第2のルータ52との間の個別リンク101に障害が発生した場合の動作について図1～図11を用いて説明する。

## 【0070】

個別リンク管理部21は個別リンク101に障害が発生した場合、例えば下位レイヤにおける信号断通知等によって個別リンク101が通信不能であることを認識すると、個別リンク管理テーブル24の個別リンク101に関して、個別リンク状態(CLST)を「DOWN」に設定し、集約リンク管理部22に個別リンク101がダウンしたことを通知する。集約リンク管理部22は個別リンク101によって構成されている集約リンク201に関して、集約リンク管理テーブル25を更新するとともに、個別リンクマッピングテーブル29の集約リンク201のエントリから個別リンク101を削除する。

## 【0071】

個別リンク101を個別リンクマッピングテーブル29から削除することによって、ルータ51におけるパケット転送は集約リンク201を構成する個別リンク101～104において、障害の発生した個別リンク101を除く他の個別リンク102～104に対して負荷分割パケット転送が行われる。

## 【0072】

パケット転送経路制御装置2における個別リンクに障害が発生した場合のパケット転送テーブルの更新処理は、個別リンクマッピングテーブル29の更新によって実現され、個別リンクマッピングテーブル29の更新はリンクステートルーティング処理部26におけるリンクステートルーティングテーブル28の再計算処理を行うことなく更新されるため、従来のリンクステートルーティング処理部による転送テーブル更新に比べ、非常に高速に転送テーブルの更新を実施することが可能である。

## 【0073】

上述した本発明の第1の実施例では同一の隣接ルータ識別子(NRID)を有する個別リンク毎に集約リンクを作成しているが、同一の隣接ルータ識別子(NRID)を有し、同一の帯域幅の個別リンク毎に集約リンクを設定することも可

能である。

#### 【0074】

本発明の第2の実施例は同一の隣接ルータ識別子（N R I D）を有し、上述したように、同一の帯域幅の個別リンク毎に集約リンクを設定するものである。尚、本発明の第2の実施例は本発明の第1の実施例と同様の構成となっている。

#### 【0075】

図12は本発明の第2の実施例による集約リンク管理テーブル25の構成例を示す図であり、図13は本発明の第2の実施例による個別リンク管理部21の動作を示すフローチャートであり、図14は本発明の第2の実施例による集約リンク管理部22の動作を示すフローチャートである。これら図1～図3と図5と図8～図14とを参照して本発明の第2の実施例について説明する。

#### 【0076】

尚、本発明の第2の実施例は同一の帯域幅の個別リンク毎に集約リンクを設定しているので、図12に示す集約リンク管理テーブル25は、合計帯域（T B W）の項目の代わりにリンク帯域（C L B W）の項目を設けた以外は図4に示す集約リンク管理テーブル25と同様の構成となっている。

#### 【0077】

また、図13に示す本発明の第2の実施例による個別リンク管理部21のステップS41～S45の処理動作においては、ステップS43の処理で集約リンク管理部22に隣接インターフェースIPアドレスも通知するようにした以外は図6に示す本発明の第1の実施例による個別リンク管理部21のステップS11～S15の処理動作と同様であるので、その詳細な動作の説明は省略する。

#### 【0078】

さらに、図14に示す本発明の第2の実施例による集約リンク管理部22のステップS51～S68の処理動作においては、ステップS56の処理で隣接インターフェースIPアドレスを設定するようにし、ステップS67の処理で隣接インターフェースIPアドレスの変化をチェックするようにした以外は図7に示す本発明の第1の実施例による集約リンク管理部22のステップS21～S37の処理動作と同様であるので、その詳細な動作の説明は省略する。

## 【0079】

集約リンク管理部22は個別リンクのリンクアップもしくはリンクダウンが通知された場合、当該個別リンクの隣接ルータ識別子（N R I D）と帯域に一致する集約リンク識別子（B L I D）とにマッピングする。

## 【0080】

本発明の第2の実施例のリンクマッピングテーブルでは、集約リンクを構成する個別リンクの帯域が同一であるため、個別リンク毎の分散比を削除し、同一比で負荷分割パケット転送を行う。

## 【0081】

また、本発明の第2の実施例においては隣接ルータ識別子（N R I D）と帯域が同一である個別リンク毎に集約リンクを作成しているが、帯域以外の情報、例えば帯域以外の1つまたは複数の他の情報を利用して集約リンクを作成しても良い。他の情報とは、例えば管理上のグループを表すグループ識別子やリンク毎に設定された優先度等である。また、リンクがWDMによって多重されている波長の1つの場合には、同一ファイバを利用するリンク等が考えられる。

## 【0082】

本発明の第3の実施例は集約リンク毎に設定されたインターフェースIPアドレスを隣接ルータに通知しあうことによって、隣接ルータのインターフェースIPアドレスを学習するものである。尚、本発明の第3の実施例は本発明の第1の実施例と同様の構成となっている。

## 【0083】

図15は本発明の第3の実施例による集約リンク管理テーブル25の構成変化の一例を示す図であり、図16は本発明の第3の実施例による個別リンク管理部21の動作を示すフローチャートであり、図17は本発明の第3の実施例による集約リンク管理部22の動作を示すフローチャートである。これら図1～図3と図5と図8～図11と図15～図17とを参照して本発明の第3の実施例について説明する。

## 【0084】

尚、図16に示す本発明の第3の実施例による個別リンク管理部21のステッ

PLS 71～S 75の処理動作においては、ステップS 73の処理で集約リンク管理部22に隣接インターフェースIPアドレスも通知するようにした以外は図6に示す本発明の第1の実施例による個別リンク管理部21のステップS 11～S 15の処理動作と同様であるので、その詳細な動作の説明は省略する。

#### 【0085】

また、図17に示す本発明の第3の実施例による集約リンク管理部22のステップS 81～S 98の処理動作においては、ステップS 86の処理で隣接インターフェースIPアドレスを設定するようにし、ステップS 97の処理で隣接インターフェースIPアドレスの変化をチェックするようにした以外は図7に示す本発明の第1の実施例による集約リンク管理部22のステップS 21～S 37の処理動作と同様であるので、その詳細な動作の説明は省略する。

#### 【0086】

本発明の第3の実施例によるパケット転送経路制御装置2は集約リンク毎に設定されたインターフェースIPアドレスを隣接ルータに通知しあうことによって、隣接ルータのインターフェースIPアドレスを学習するため、予め隣接ルータインターフェースIPアドレスを設定しなくても良い。

#### 【0087】

本発明の第3の実施例による個別リンク管理部21はハローメッセージに交換する情報として、送信ルータ識別子(SRID)、送信インターフェース識別子(SIID)、隣接ルータ識別子(NRID)、ハローメッセージ有効時間以外に、集約リンクインターフェースIPアドレスを交換する。

#### 【0088】

次に、第1のルータ51と第2のルータ52との間の個別リンクを例に説明する。第1のルータ51の個別リンク管理部21はある個別リンクが「DOWN」状態から「UP」状態となると、集約リンクインターフェースIPアドレスを「なし」にして、ハローメッセージを送信する。

#### 【0089】

第1のルータ51から当該個別リンクにおいてハローメッセージを受信した第2のルータ52の個別リンク管理部21は、第1のルータ51と同じタイミング

で、個別リンクが「DOWN」状態から「UP」状態となると、ハローメッセージの送信ルータ識別子（S R I D）から隣接ルータ識別子（N R I D）を得る。その後、集約リンク管理テーブル25から当該隣接ルータ識別子（N R I D）で規定される集約リンクのインタフェースIPアドレスを読み出し、ハローメッセージの集約リンクインターフェースIPアドレスとして設定した後、ハローメッセージを当該個別リンクに対して送出する。

#### 【0090】

第1のルータ51の個別リンク管理部21は第2のルータ52からハローメッセージを受信した結果、インターフェースIPアドレスフィールドに集約リンクインターフェースIPアドレスが設定され、かつ隣接ルータ識別子（N R I D）に自身のルータ識別が設定されていることを認識する。

#### 【0091】

第1のルータ51の個別リンク管理部21は当該個別リンクのリンクアップを集約リンクインターフェースIPアドレス、隣接ルータ識別子（N R I D）とともに集約リンク管理部22へ通知する。

#### 【0092】

集約リンク管理部22は隣接ルータ識別子（N R I D）から集約リンクを特定し、集約リンクインターフェースIPアドレスを隣接ルータインターフェースIPアドレスとして登録する（図15参照）。

#### 【0093】

図18は本発明の第4の実施例によるネットワークの構成を示すブロック図である。図18においては上記のパケット転送経路制御装置2を備えたOXC（Optical Cross Connect）61～64とルータ51～54によって構成するネットワークの例を示している。OXC61～64とはファイバ内に多重される波長セグメントを各ノードで交換し、ルータ間にリンクを設定するものである。

#### 【0094】

ルータ51～54とOXC61～64との間は複数のリンクによって接続されている。OXC61～64間はWDM多重分離装置71を介して1本もしくは複

数本のファイバ301によって接続されている。WDM多重分離装置71においては波長の異なるチャネルが多重されているため、論理的にはOXC61～64間には複数のリンクが接続される。

#### 【0095】

これらOXC61～64内のパケット転送経路制御装置2はルータ51～54と同様に、リンクステートプロトコルによって物理トポジ情報交換するものとする。

#### 【0096】

各OXC61～64は個々の波長リンクに関して、ハローメッセージを交換することによって、波長リンク間に双方向通信が可能であることを認識するとともに、互いの波長リンクのリンク識別子を学習する。また、OXC61～64はルータ51～54と同様に、ルータ識別子を有するものとし、同一隣接ルータ識別子(NRID)の波長リンクを集約リンク化する。

#### 【0097】

図19は図18のOXC61における集約リンク管理テーブル61aの構成例を示す図である。図19において、集約リンク管理テーブル61aは、合計帯域(TBW)の項目の代わりに空きリンク数(ELN)の項目を設けた以外は図4に示す集約リンク管理テーブル25と同様の構成となっている。

#### 【0098】

図20は図18に示すネットワークにおいてリンクステートルーティング処理部26によって認識されるネットワークの構成を示す図である。図20においてはリンクステートルーティング処理部26からみたルータ51～54間の接続関係を示している。

#### 【0099】

リンクステートルーティング処理部26ではルータ51～54とOXC61～64との間、及びOXC61～64間が1本のリンク201～208によって接続されているように認識されるため、スケーラブルなルーティング処理を実現することが可能である。

#### 【0100】

図21は図18に示すネットワークにおける波長パスの設定例を示す図である。図21においては第1のルータ51と第4のルータ54との間に接続される波長パスの例を示している。

#### 【0101】

OXC61～64を中継してルータ51～54間でパケットを転送するためには、ルータ51～54間に波長パスを設定する必要がある。波長パスを設定するためには各OXC61～64において、入力側のどのリンク出力側のどのリンクを接続するかのマトリックスを設定する必要がある。

#### 【0102】

マトリックスの設定方法としては、ユーザがNMS等を利用して、個々のOXC61～64に対して個別に設定する場合と、波長パスの始点となるルータ51もしくは終点となるルータ54が波長パスのシグナリングによって設定要求を行うことで設定される場合がある。ここでは、始点のルータ51が波長パスの設定要求を行う場合について説明する。

#### 【0103】

波長パスの設定要求を行うためのシグナリングメッセージは転送経路リストと送信個別リンク識別子とを含む。転送経路リストは経由するOXC61～64またはルータ51～54の装置識別子、もしくは集約リンクインターフェースアドレスのリストによって構成される。送信個別リンク識別子はシグナリングメッセージを送信するOXC61～64またはルータ51～54の個別リンク識別子である。

#### 【0104】

また、本発明の第4の実施例における個別リンク管理テーブル24は、各個別リンク毎に使用状態かどうかを示すフラグを設定する。個別リンクがシグナリングパスによって既に設定されている場合には「使用中」となり、設定されていない場合には「未使用」となる。

#### 【0105】

図22は図18のOXC61～64におけるシグナリングメッセージの処理手順を示すフローチャートである。これら図18～図22を参照してOXC61～

6.4におけるシグナリングメッセージの処理手順について説明する。

#### 【0106】

OXC61～64はシグナリングメッセージを受信したかどうかをチェックし(図22ステップS101)、シグナリングメッセージを受信しなければ繰返しチェックを行う。

#### 【0107】

また、OXC61～64はシグナリングメッセージを受信すると、シグナリングメッセージ内の転送リストの先頭をチェックし、OXC61～64のルータ識別子もしくは集約リンクインターフェースアドレスのどれかであるかをチェックする(図22ステップS102)。

#### 【0108】

OXC61～64自身のルータ識別子もしくは集約リンクインターフェースアドレスであった場合には、転送リストから最初のエントリを削除する(図22ステップS103)。

#### 【0109】

次に、OXC61～64は送信個別リンク識別子から個別リンク管理テーブル24内の受信集約リンクのエントリに関して、隣接個別リンク識別子に一致する個別リンクを受信個別リンクとして特定する(図22ステップS104)。

#### 【0110】

この後に、OXC61～64は転送リストの先頭からリンクステートルーティングテーブル28を検索し、シグナリングメッセージを送信する集約リンクを決定する(図22ステップS105)。

#### 【0111】

OXC61～64は当該集約リンクを構成する個別リンクの中で使用状態が「未使用」の個別リンクを送信個別リンクとして検索する(図22ステップS106)。OXC61～64は送信個別リンクを検索できなければ(図22ステップS107)、送信拒否メッセージを送信元に対して送り返す(図22ステップS110)。

#### 【0112】

OXC61～64は送信個別リンクが検索できると（図22ステップS107）、受信個別リンクと送信個別リンクとを接続するようにOXC61～64のスイッチマトリックスの設定を予約する（図22ステップS108）。

#### 【0113】

その後、OXC61～64は送信IPメッセージを次の送信先である集約リンクの送信インターフェースIPアドレスに設定し、シグナリングメッセージを送信する（図22ステップS109）。

#### 【0114】

図23は図18のOXC61～64でのシグナリングメッセージの処理例を示す図である。図23（a）は集約リンクの接続関係を示し、図23（b）は個別リンクの接続関係を示している。この図23を参照して具体的なシグナリングメッセージの処理例について説明する。

#### 【0115】

始点ルータである第1のルータ51はシグナリングメッセージの転送経路リストを、第1のOXC61、第2のOXC62、第4のOXC64、第4のルータ54と設定する。

#### 【0116】

次に、第1のルータ51は第1のOXC61と接続する集約リンク内の個別リンクから、「未使用」状態の個別リンクを選択する。第1のルータ51はこの選択した個別リンクを送信個別リンク識別子に設定し、送信IPアドレスを「133.206.40.2」に設定して第1のOXC61に出力する。ここでは、送信個別リンク識別子として「5」が設定される。

#### 【0117】

シグナリングメッセージを受信した第1のOXC61は転送経路リストの先頭が第1のOXC61であることを認識すると、第1のOXC61の部分を削除し、転送経路リストを第2のOXC62、第4のOXC64、第4のルータ54と設定する。

#### 【0118】

また、第1のOXC61は送信個別リンク識別子が「5」であり、受信した集

約リンクのインターフェースIPアドレスが「133.206.40.2」であることから、個別リンク管理テーブル24を検索し、個別リンク識別子が「3」の個別リンクが受信個別リンクであることを認識する。

#### 【0119】

続いて、第1のOXC61は転送経路リストの先頭が第2のOXC62となっていることから、送信する集約リンクを特定し、当該集約リンクを構成する「未使用」の個別リンクの中で個別リンク識別子が「5」の個別リンクを送信個別リンクとして選択する。

#### 【0120】

第1のOXC61は受信個別リンクから送信個別リンクへ接続するようにスイッチマトリックスの設定予約を行う。最後に、第1のOXC61は送信IPアドレスを集約リンクの隣接インターフェースアドレスである「133.206.30.3」に設定し、第2のOXC62に対してシグナリングメッセージを送信する。

#### 【0121】

尚、本発明の第4の実施例では、シグナリングメッセージを送信するOXCがシグナリングメッセージに送信個別リンク識別子を挿入し、シグナリングメッセージを受信したOXCが個別リンク管理テーブルから送信個別リンク識別子に対応する個別リンク識別子を検索することによって使用リンクを特定している。

#### 【0122】

しかしながら、シグナリングメッセージを送信するOXCが予め送信個別リンク識別子に対応する隣接ルータリンク識別子を個別リンク管理テーブルから検索し、当該隣接ルータリンク識別子を宛先個別リンク識別子として、シグナリングメッセージに挿入することによって、シグナリングメッセージを受信したOXCが個別リンク管理テーブルを参照することなく、リンク識別子が宛先個別リンク識別子と一致するリンクを使用することを認識するようにしても良い。

#### 【0123】

また、各個別リンクに送信側と受信側とで同一の値となる共通リンク識別子を設定し、シグナリングメッセージに当該共通リンクメッセージを挿入することに

よって、特に個別リンク管理テーブルを探索しなくても、使用する個別リンクを特定することができるようにする方法も考えられる。共通リンク識別子の設定方法の一例としては、両側のリンク識別子の値のうち、大きい方の値を使用する等の方法が考えられる。

#### 【0124】

上記の集約リンク管理部22においては、管理される集約リンクのメトリック値を個別リンク数(CLN)に関係なく一定とするために、固定的なメトリック値を設定することも可能である。本発明の第5の実施例は上述した本発明の第1～第4の実施例の集約リンク管理テーブル25の集約リンク毎に固定的なメトリック値を設定するものである。集約リンク管理テーブル25の集約リンク毎に固定的なメトリック値を設定した場合には、集約リンク管理部22において管理される集約リンクのメトリック値が個別リンク数(CLN)に関係なく、一定となる。

#### 【0125】

上記によって、ある集約リンクの個別リンク数の変更が生じた場合にも、集約リンクのメトリック値が変化しないため、リンクステートルーティング処理部26ではネットワークトポジの変更が通知されず、トラフィックの流出が発生しないため、安定したルーティング処理を維持することが可能となる。

#### 【0126】

このように、同一隣接ルータと接続する個別リンクを集約リンクとして扱うため、リンクステートルーティング処理部26がルータ間に一本の集約リンクのみが接続されているものと判断し、リンクステート情報を生成するので、ルータ間の並列リンク数が増加した場合にも、ルータ間の生成するリンクステート情報量の増加を防止することができる。

#### 【0127】

上記のように、リンクステート自体の情報量の増加が防止されるのと同時に、リンクステートトラフィックをフラッディングする個別リンクを集約リンクに対してただ一つだけ割当てているため、無駄にトラフィックが送受信されなくなることなく、ルータ間の並列リンク数が増加した場合にも、ルータ間の生成するリ

ンクステートトラフィック量の増加を防止することができる。

#### 【0128】

同一隣接ルータと接続する個別リンクは集約リンクとして扱われるため、リンクステートルーティング処理部26がルータ間に一本の集約リンクのみが接続されているものと判断してリンクステートルーティングテーブル28の算出処理を行うので、ルータ間の並列リンク数が増加した場合にもリンクステートルーティング処理部26において計算するリンクステートルーティングテーブル28の計算時間の増加を防止することができる。

#### 【0129】

本発明の第5の実施例によれば、集約リンクに対して固定的なメトリックがつけられている場合、個別リンクの増減が発生しても、リンクステートルーティング処理部26に通知する集約リンクのパラメータが変化しないため、個別リンクの変化をリンクステートルーティング処理部26に隠蔽することが可能となるので、集約リンクに対して固定的なメトリックがつけられている場合、集約リンクを構成する個別リンクの数が変化した際にも、リンクステートトラフィックのフラッディング及びリンクステートルーティングテーブル28の再計算が発生しないようにすることができる。

#### 【0130】

パケット転送テーブルをリンクステートルーティングテーブル28と個別リンクマッピングテーブル29とに分離したことによって、個別リンクの状態が変化した際にルーティングプロトコル処理による低速なパケット転送テーブル更新を行う必要がなくなり、並列リンク管理部20のみでパケット転送テーブルの更新を行うことが可能となるので、個別リンクに障害が発生したり、個別リンクの障害が復旧した場合のパケット転送テーブルを高速に更新することができる。

#### 【0131】

本発明の第3の実施例によれば、個別リンク間のハローメッセージにおいて集約リンクのIPインターフェースアドレスの交換を行うので、集約リンクで接続される隣接ルータのIPインターフェースアドレスを予め設定しておく必要がなくなる。

## 【0132】

個別リンク間のハローメッセージにおいては個別リンクのインターフェース識別子の交換を行っているので、シグナリングで波長パスを設定するために個別リンクで接続される隣接ルータのインターフェース識別子を予め設定しておく必要がなくなる。

## 【0133】

したがって、現状のリンクステートプロトコル処理部に手を加えることなく、ルータ間の並列リンク数が増大した際にも、メモリ量、CPU処理量、制御トラフィック量の増大を抑えてスケーラブルなルーティング処理を提供することができる。

## 【0134】

## 【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、ネットワークを構成する装置間の接続関係を報告し合うことによって自律分散的にリンクステートルーティングテーブルを作成するリンクステートルーティング処理手段を含むパケット転送経路制御装置において、装置間を接続する個別リンクを介して隣接装置との接続情報を学習するためのハローメッセージを交換して隣接装置を特定する隣接装置識別子及び前記隣接装置に接続するための隣接個別リンクを特定する隣接個別リンク識別子を学習し、同一の隣接装置識別子を持つ複数の個別リンクを1つの集約リンクとして管理してリンクステートルーティングテーブルに通知するとともに、リンクステートルーティング処理手段が集約リンク単位で処理を行うことによって、現状のリンクステートルーティング処理部に手を加えずに、ルータ間並列リンクにおけるルーティング処理のスケーラビリティ及び安定性を確保することができるという効果がある。

## 【図面の簡単な説明】

## 【図1】

本発明の第1の実施例によるルータの構成を示すブロック図である。

## 【図2】

図1のパケット転送経路制御装置の構成を示すブロック図である。

【図3】

図2の個別リンク管理テーブルの構成例を示す図である。

【図4】

図2の集約リンク管理テーブルの構成例を示す図である。

【図5】

図2の個別リンクマッピングテーブルの構成例を示す図である。

【図6】

図2の個別リンク管理部の動作を示すフローチャートである。

【図7】

図2の集約リンク管理部の動作を示すフローチャートである。

【図8】

図1のインターフェース部における転送リンク決定処理の動作を示す図である。

【図9】

本発明の第1の実施例によるネットワークの構成を示すブロック図である。

【図10】

本発明の第1の実施例によるリンクステートルーティングモジュールの認識するネットワークの構成を示す図である。

【図11】

本発明の第1の実施例におけるハローメッセージによる隣接関係の確立例を示すシーケンスチャートである。

【図12】

本発明の第2の実施例による集約リンク管理テーブルの構成例を示す図である

【図13】

本発明の第2の実施例による個別リンク管理部の動作を示すフローチャートである。

【図14】

本発明の第2の実施例による集約リンク管理部の動作を示すフローチャートである。

【図15】

本発明の第3の実施例による集約リンク管理テーブルの構成変化の一例を示す図である。

【図16】

本発明の第3の実施例による個別リンク管理部の動作を示すフローチャートである。

【図17】

本発明の第3の実施例による集約リンク管理部の動作を示すフローチャートである。

【図18】

本発明の第4の実施例によるネットワークの構成を示すブロック図である。

【図19】

図18のOXCにおける集約リンク管理テーブルの構成例を示す図である。

【図20】

図18に示すネットワークにおいてリンクステートルーティング処理部によつて認識されるネットワークの構成を示す図である。

【図21】

図18に示すネットワークにおける波長パスの設定例を示す図である。

【図22】

図18のOXCにおけるシグナリングメッセージの処理手順を示すフローチャートである。

【図23】

(a) は図18のOXCにおける集約リンクの接続関係を示す図、(b) は図18のOXCにおける個別リンクの接続関係を示す図である。

【符号の説明】

1, 51～56 ルータ

2 パケット転送経路制御装置

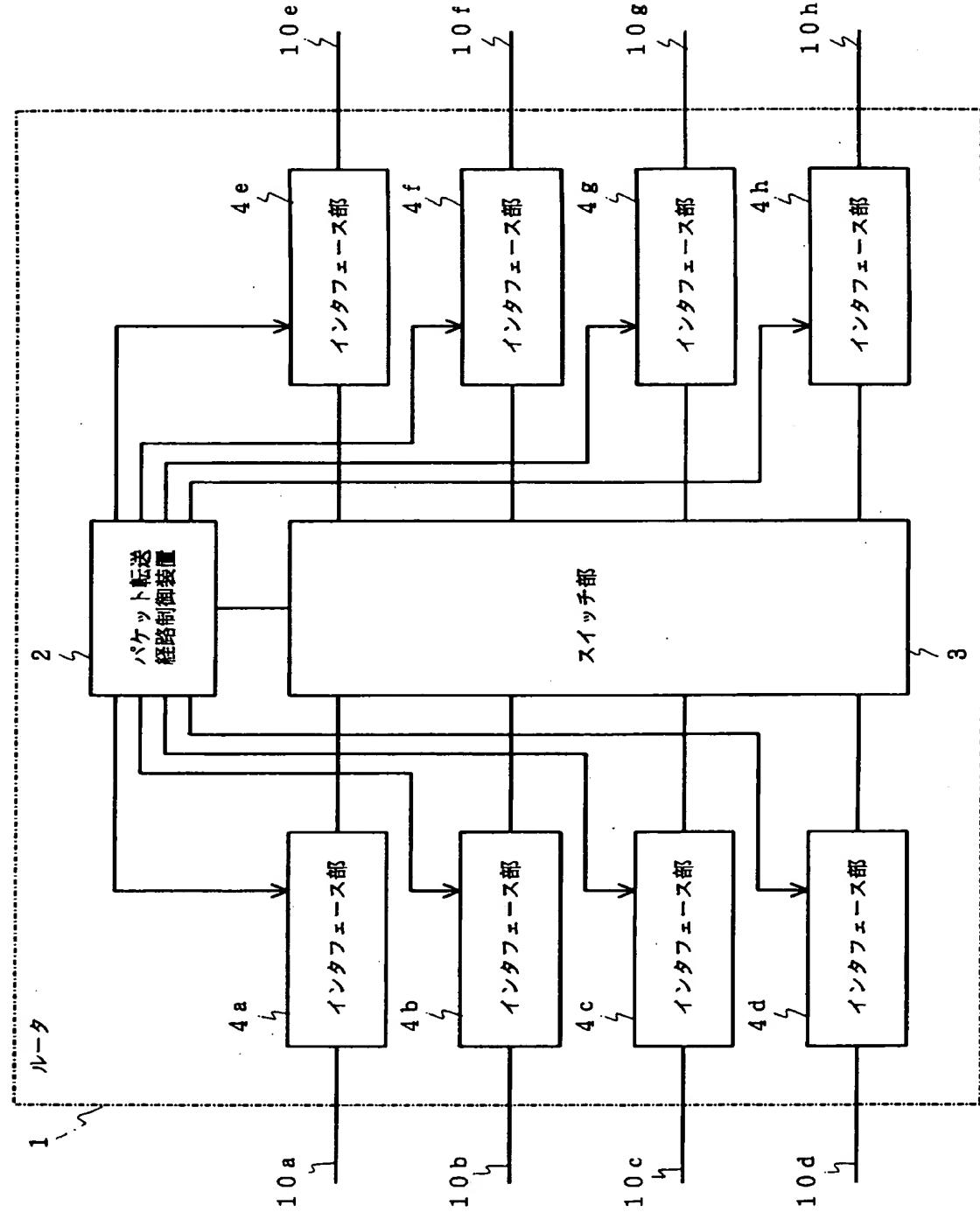
3 スイッチ部

4, 4a～4h インタフェース部

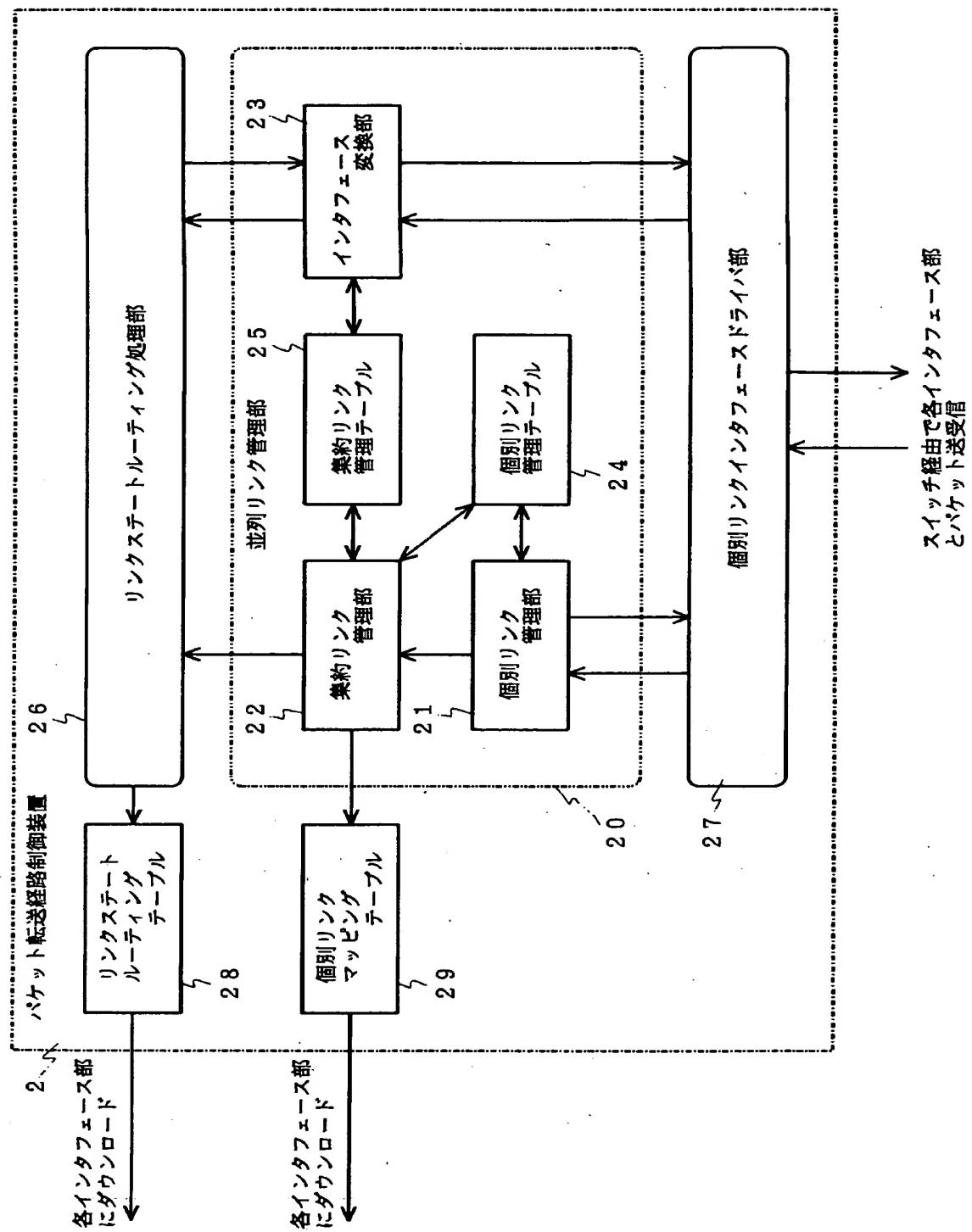
- 20 並列リンク管理部
- 21 個別リンク管理部
- 22 集約リンク管理部
- 23 インタフェース変換部
- 24 個別リンク管理テーブル
- 25, 61a 集約リンク管理テーブル
- 26 リンクステートルーティング処理部
- 27 個別リンクインターフェースドライバ部
- 28 リンクステートルーティングテーブル
- 29 個別リンクマッピングテーブル
- 41 集約リンク選択処理部
- 42 個別リンク選択処理部
- 61~64 OXC
- 71 WDM多重分離装置
- 101~104 個別リンク
- 201~208 集約リンク
- 301 ファイバ

【書類名】 図面

【図1】



【図2】



【図3】

24

7

リンク識別子(CLID)	リンク状態(CLST)	隣接ルータ識別子(NR ID)	隣接ルータリンク識別子(NCL ID)	リンク帯域(CLBW)
1	ESTABLISH	133.206.0.2	2	10
2	ESTABLISH	133.206.0.2	3	10
3	ESTABLISH	133.206.0.2	4	10
4	ESTABLISH	133.206.0.3	1	20
5	ESTABLISH	133.206.0.3	2	20
6	UP	133.206.0.3	3	20
7	UP	—	—	10
8	UP	—	—	10
9	DOWN	—	—	30
10	DOWN	—	—	30

【図4】

25  
7

集約リンク 識別子 (BLID)	隣接ルータ 識別子 (NR ID)	集約リンク 状態(BLST)	個別リンク 数(CLN)	インターフェース IPアドレス	隣接インターフェース IPアドレス	合計帯域 (TBW)
1 1	133.206.0.2	UP	3	133.206.10.1	133.206.10.2	3 0
1 2	133.206.0.3	UP	2	unnumbered	unnumbered	4 0
1 3	133.206.0.4	DOWN	0	133.206.30.1	133.206.30.4	0

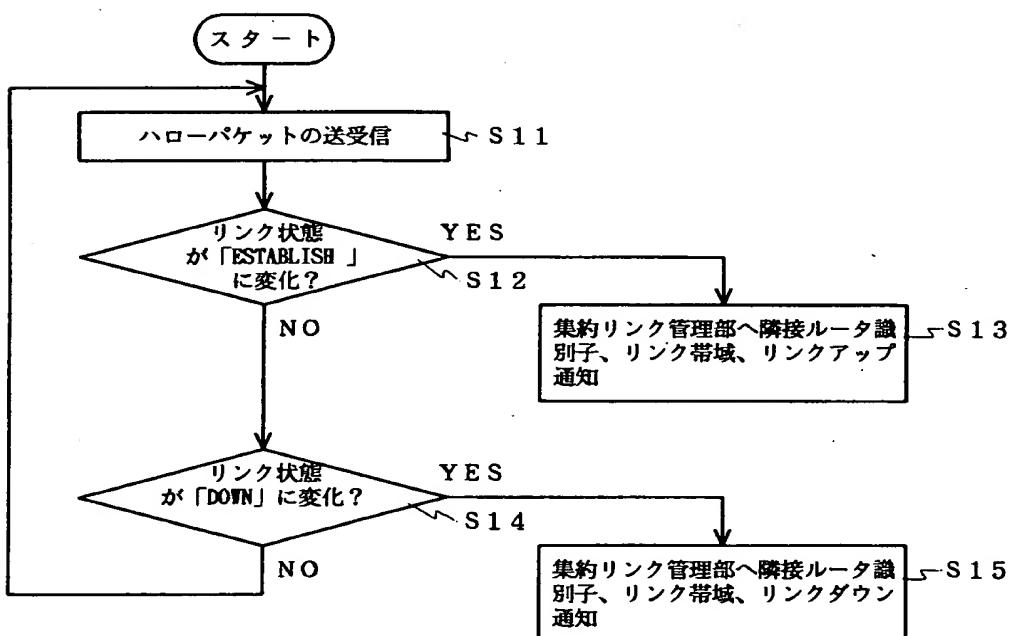
【図5】

29

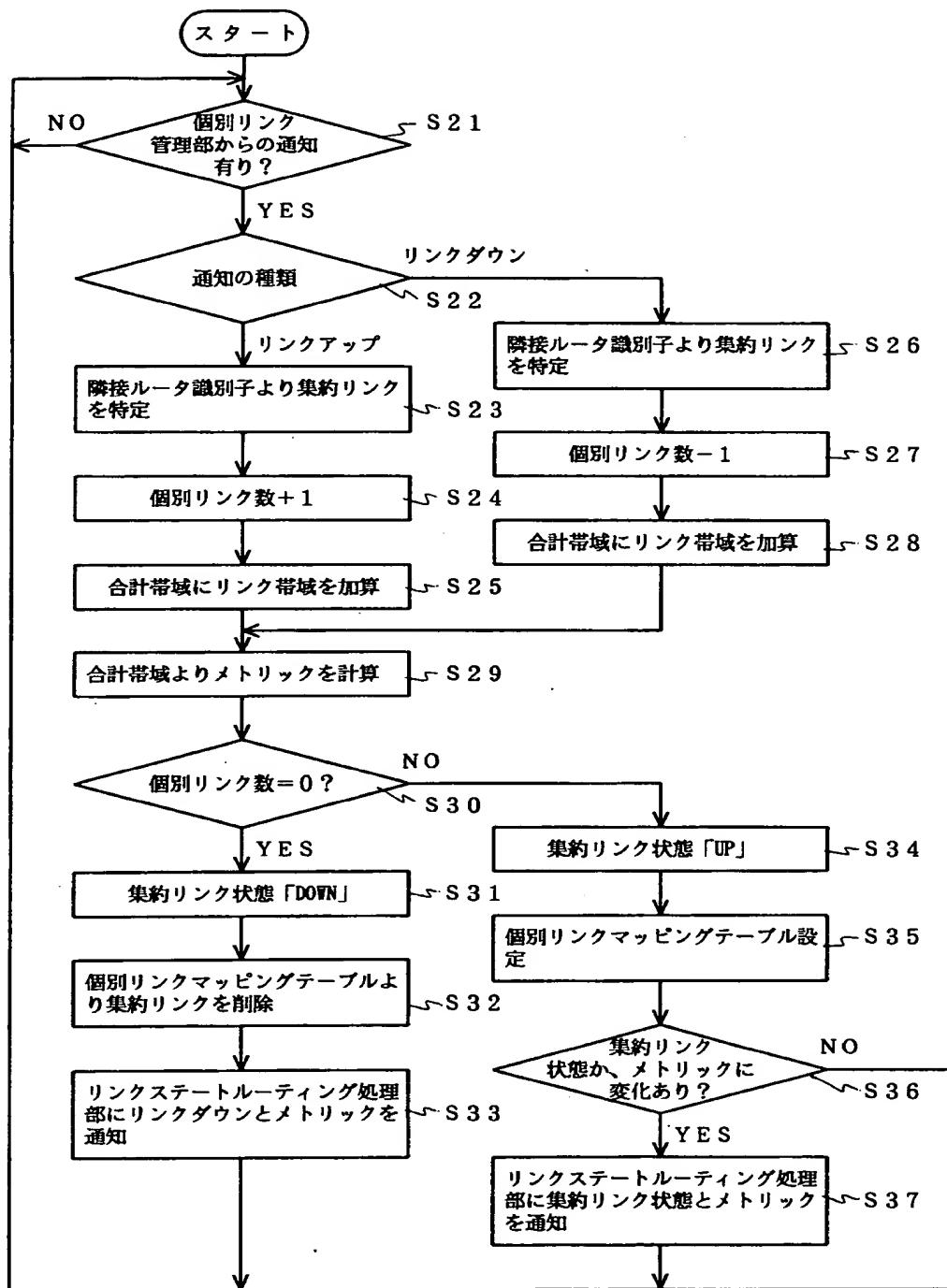
↓

集約リンク 識別子 (BLID)	個別リンク識別子(CLID)リスト				
	分散比				
11	1	2	3	-	-
	1	1	1	-	-
12	4	5	-	-	-
	1	1	-	-	-

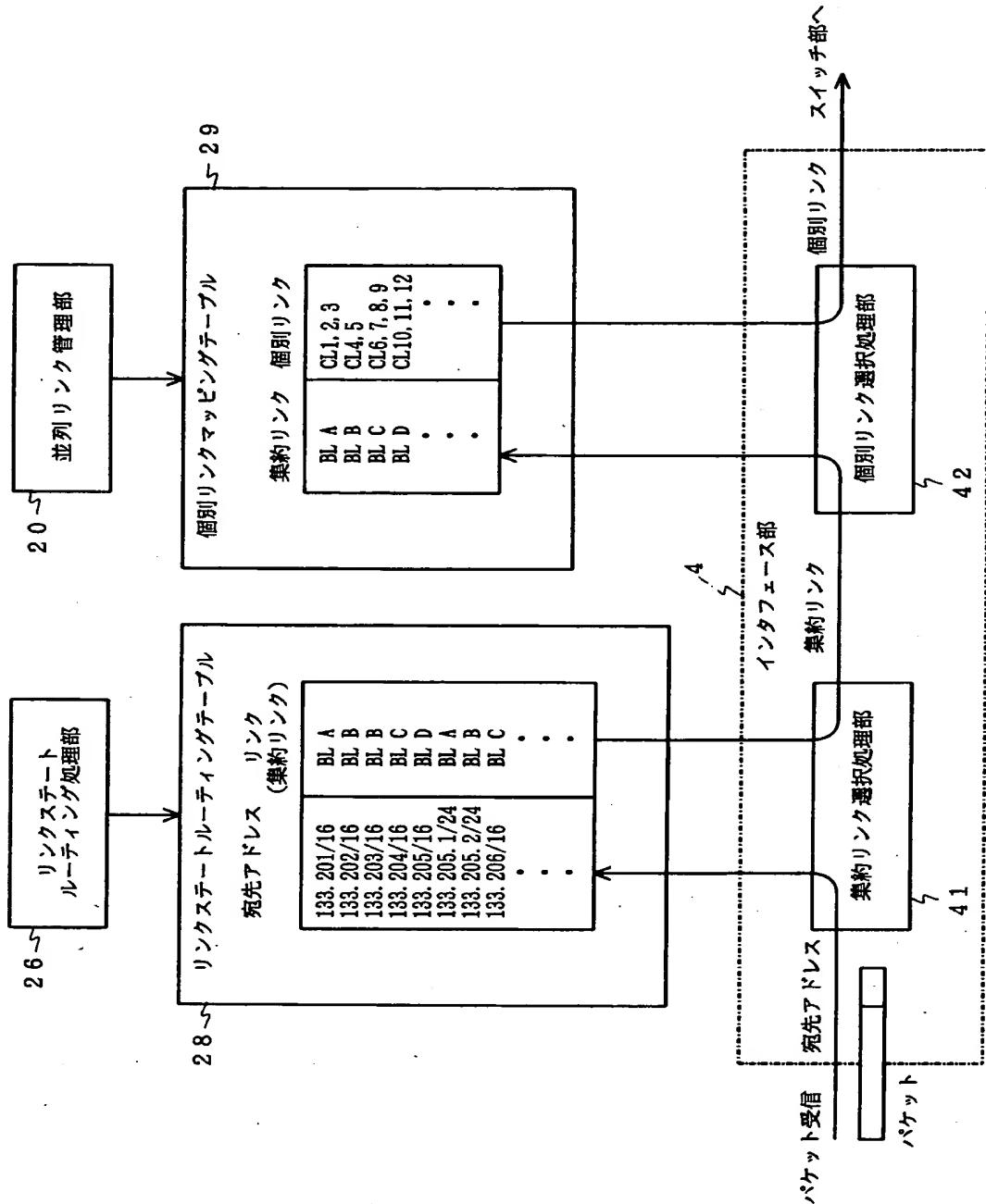
【図6】



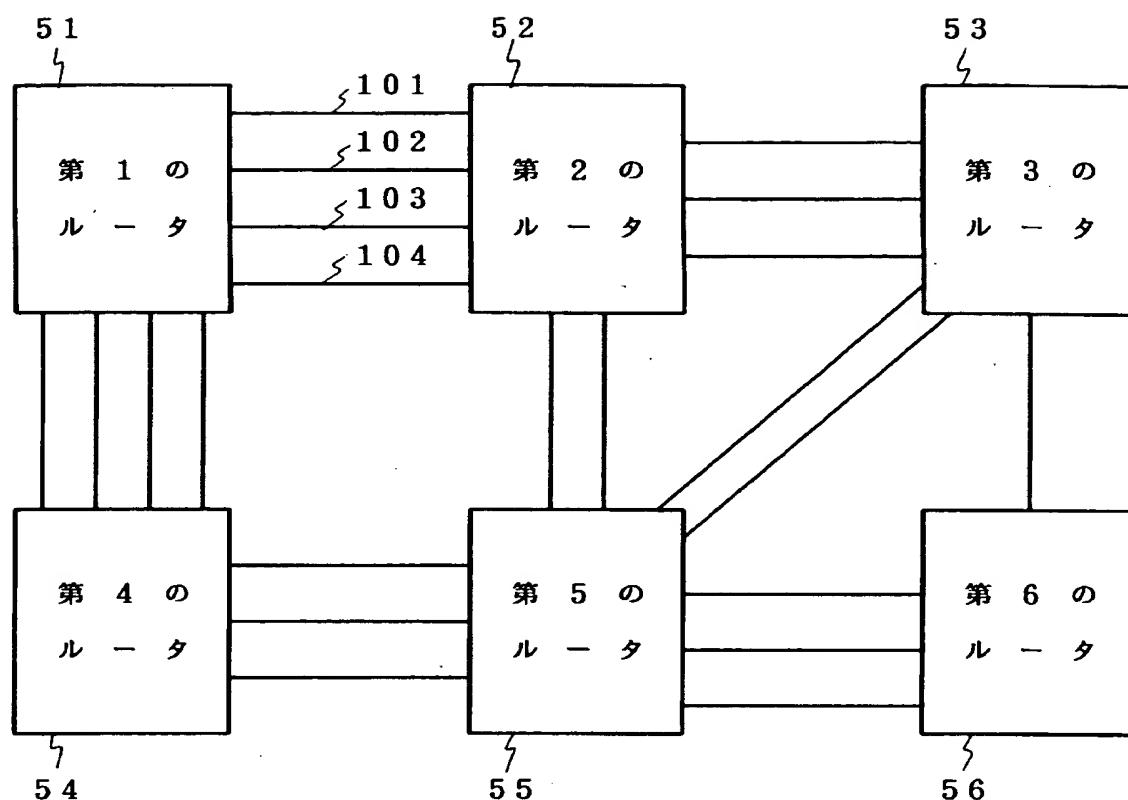
【図7】



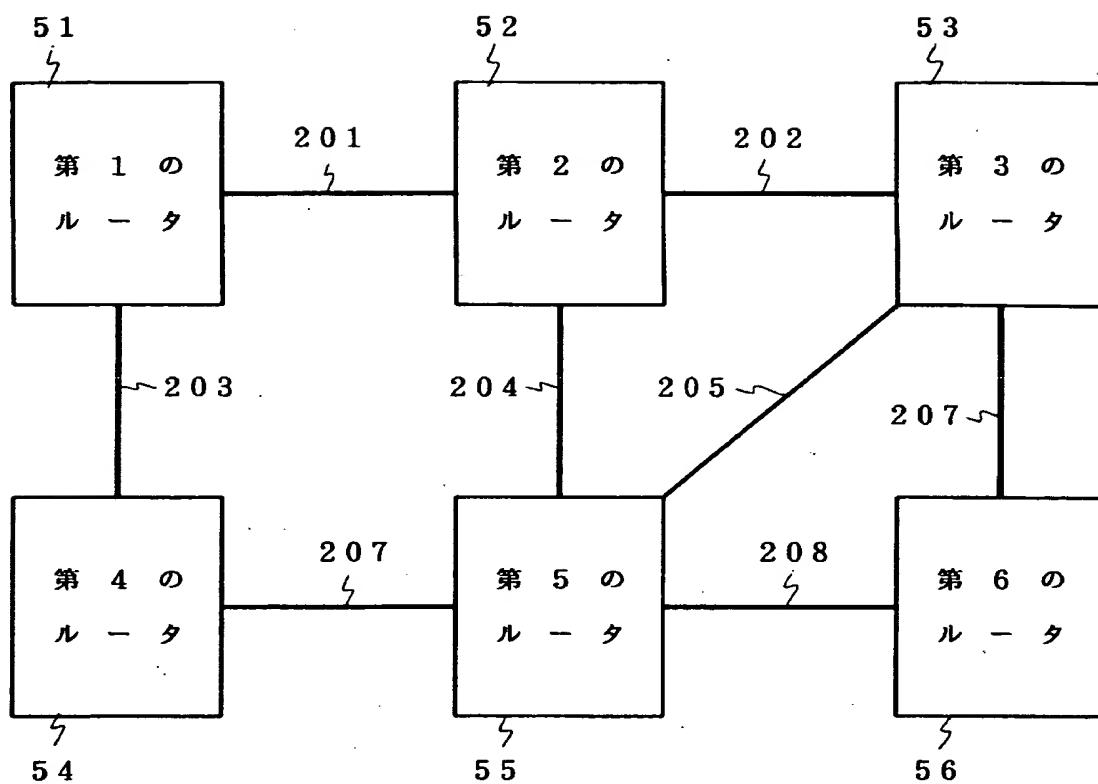
【図8】



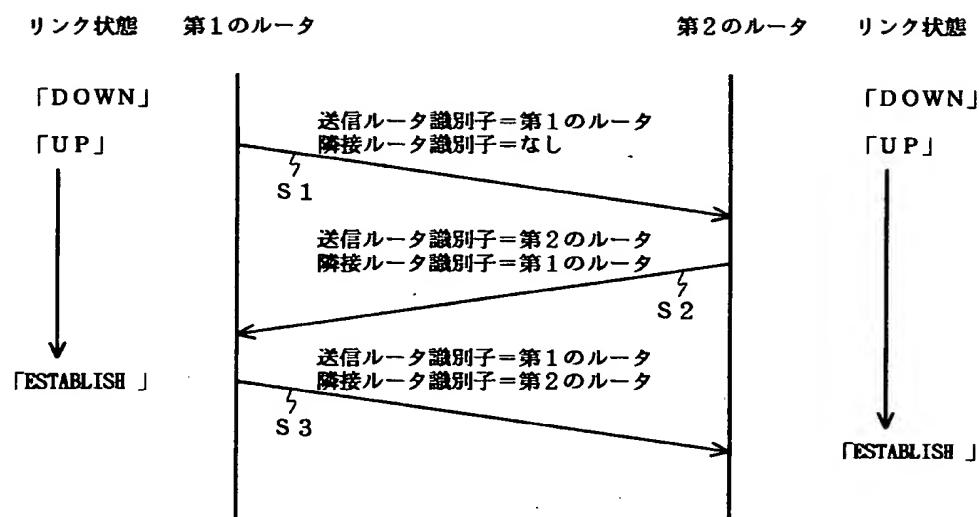
【図9】



【図10】



【図11】

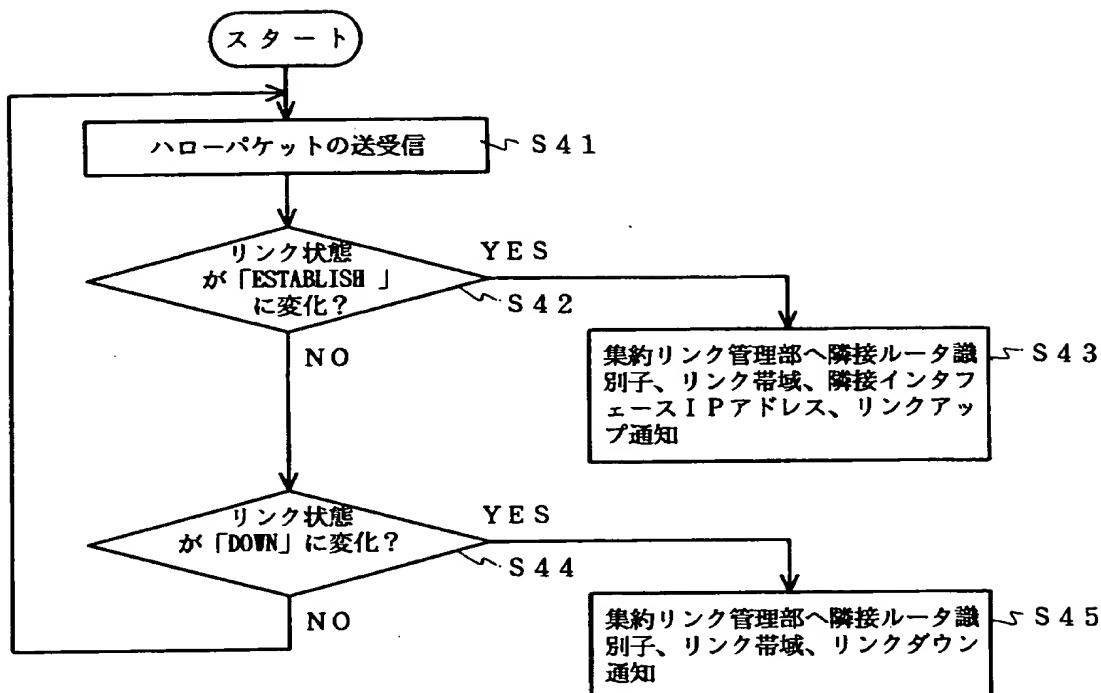


【図12】

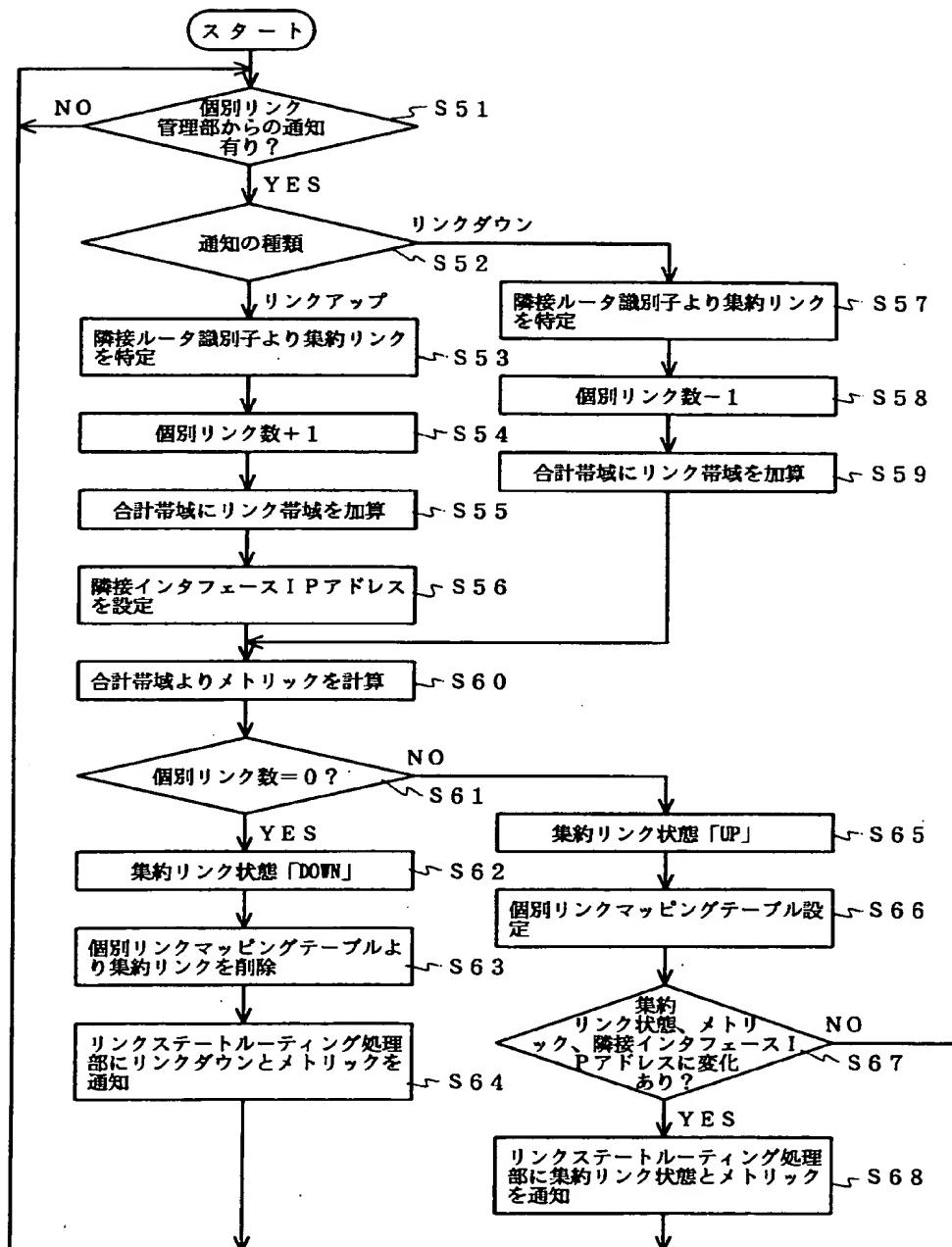
25

集約リンク 識別子 (BLID)	隣接ルータ 識別子 (NR ID)	リンク 帯 域 (CLBW)	集約リンク 状態 (BLST)	個別リンク 数(CLN)	インターフェース IPアドレス	隣接インターフェース IPアドレス
1.1	133.206.0.2	10	UP	3	133.206.10.1	133.206.10.2
1.2	133.206.0.2	20	UP	2	unnumbered	unnumbered
1.3	133.206.0.4	0	DOWN	0	133.206.30.1	133.206.30.4

【図13】



【図14】



【図15】

25

集約リンク 識別子 (BLID)	隣接ルータ 識別子 (NR ID)	合計帯域 (TBW)	集約リンク 状態(BLSI)	個別リンク 数(CLN)	インタフェース IPアドレス	隣接インターフェース IPアドレス
1.1	133.206.0.2	1.0	UP	3	133.206.10.1	133.206.10.2
1.2	133.206.0.3	4.0	DOWN	0	133.206.20.1	unnumbered

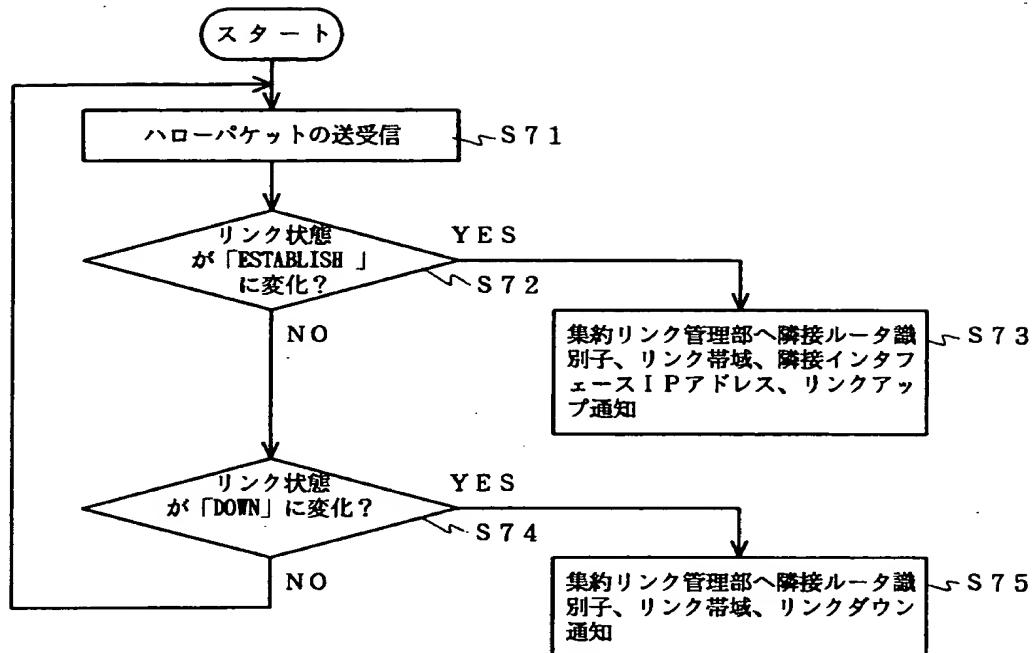


25

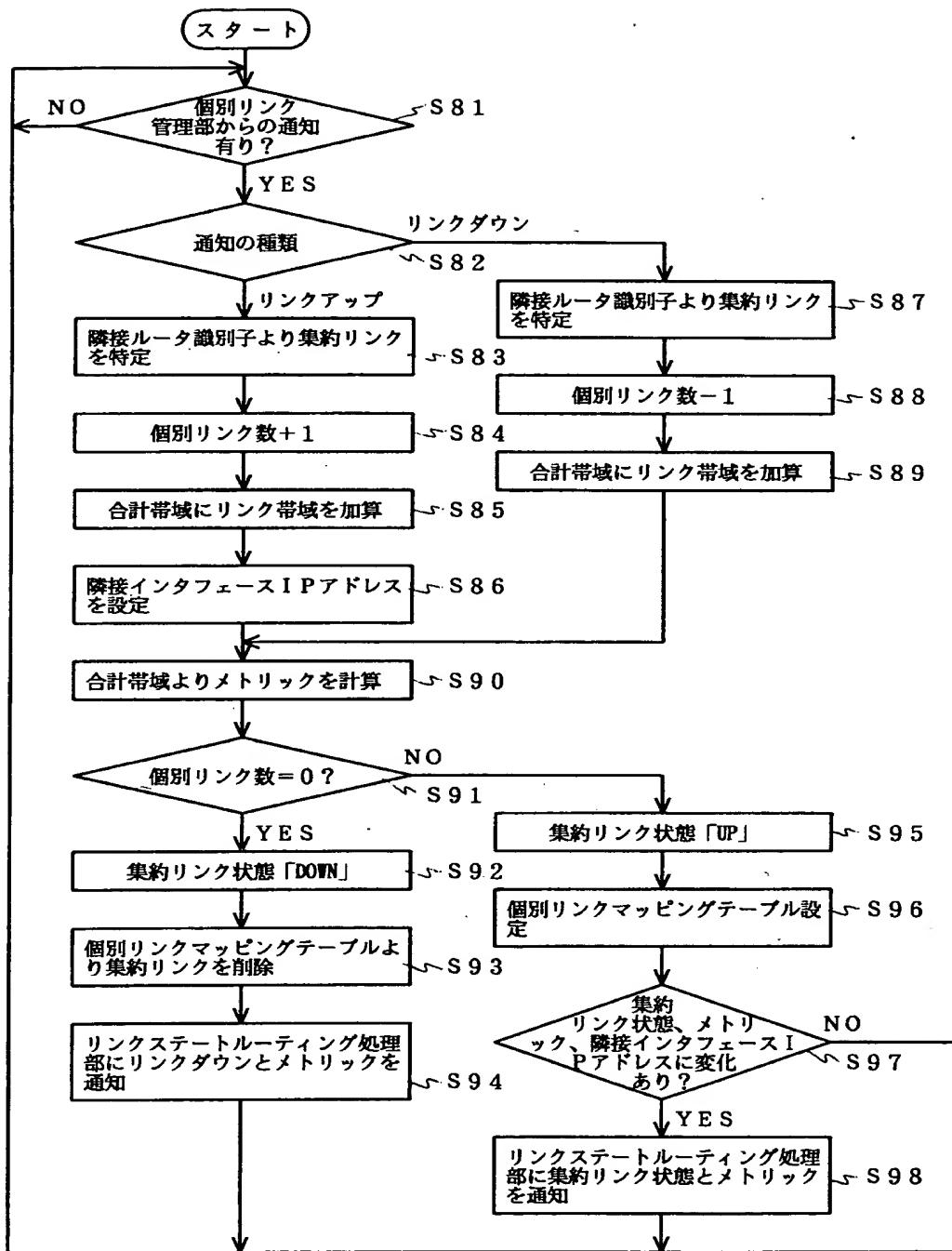
集約リンク 識別子 (BLID)	隣接ルータ 識別子 (NR ID)	合計帯域 (TBW)	集約リンク 状態(BLSI)	個別リンク 数(CLN)	インタフェース IPアドレス	隣接インターフェース IPアドレス
1.1	133.206.0.2	3.0	UP	3	133.206.10.1	133.206.10.2
1.2	133.206.0.3	4.0	UP	1	133.206.20.1	133.205.10.3

隣接ルータより学習

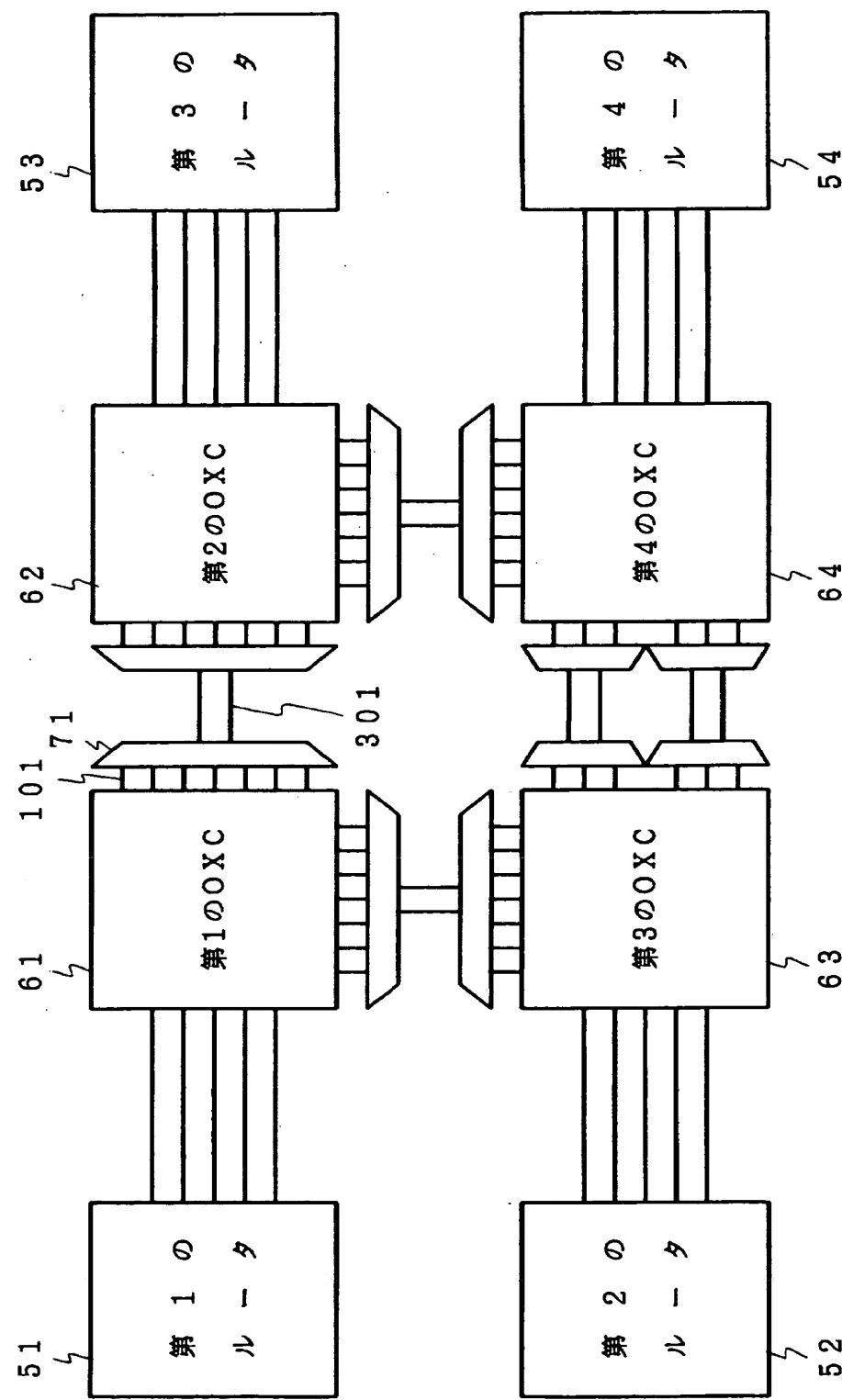
【図16】



【図17】



【図18】

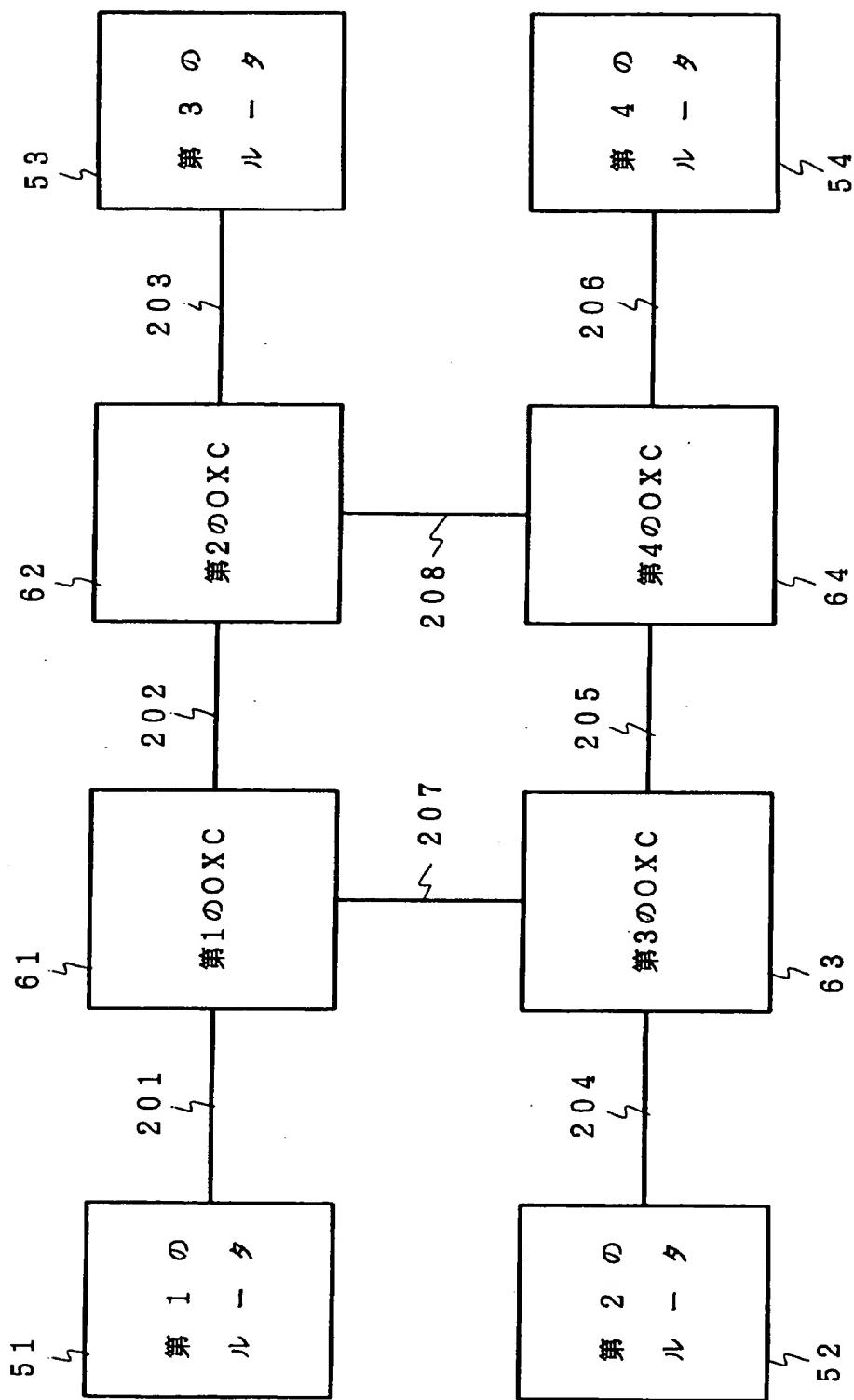


【図19】

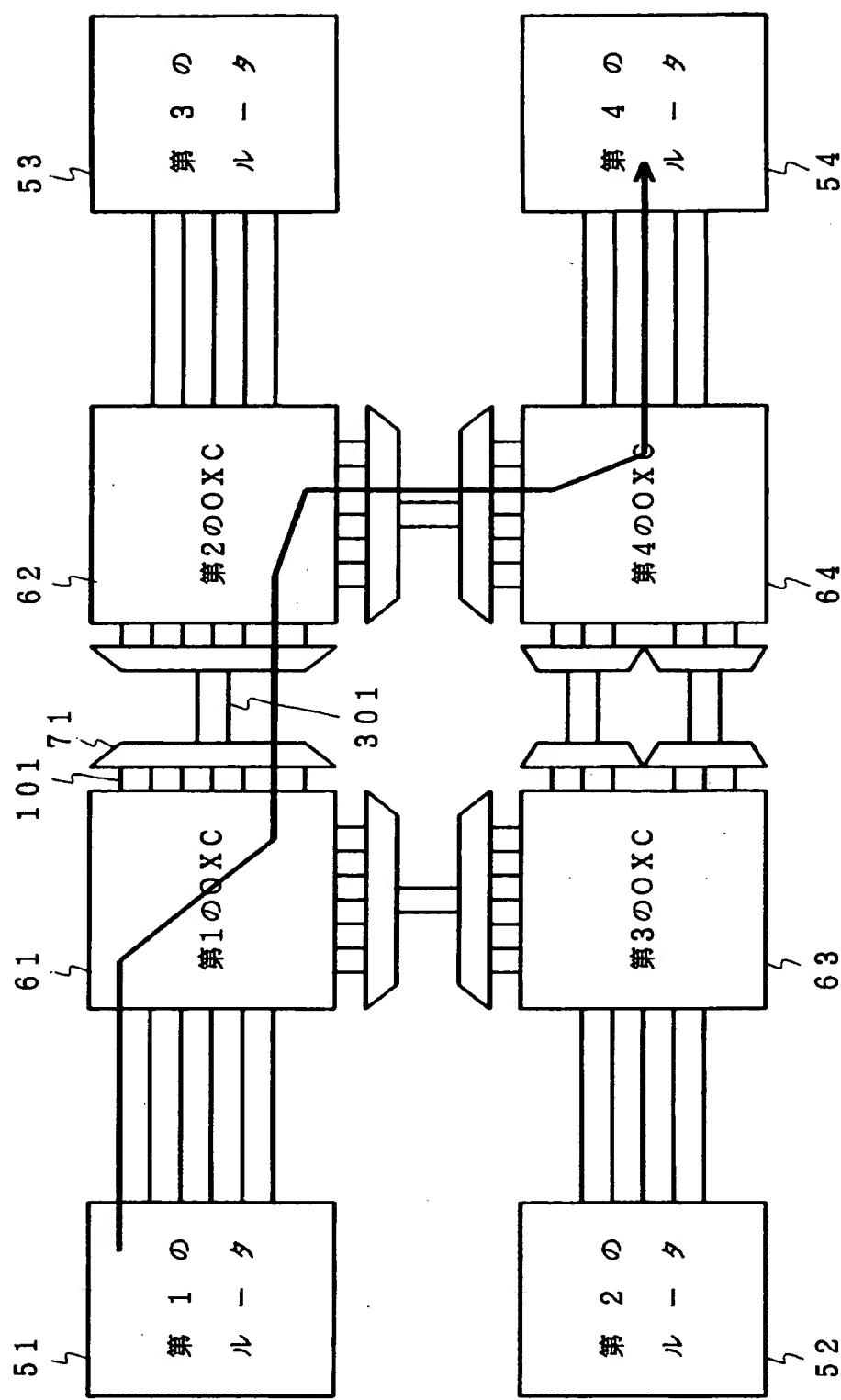
61a

集約リンク 識別子 (BLID)	隣接ルータ 識別子 (MR ID)	集約リンク 状態 (BLST)	空きリンク 数(ELN)	個別リンク 数(CLN)	インタフェース IPアドレス	隣接インターフェース IPアドレス
1.1	133.206.0.1	UP	1	3	133.206.40.2	133.206.40.1
1.2	133.206.0.3	UP	1	3	133.206.30.2	133.206.30.3

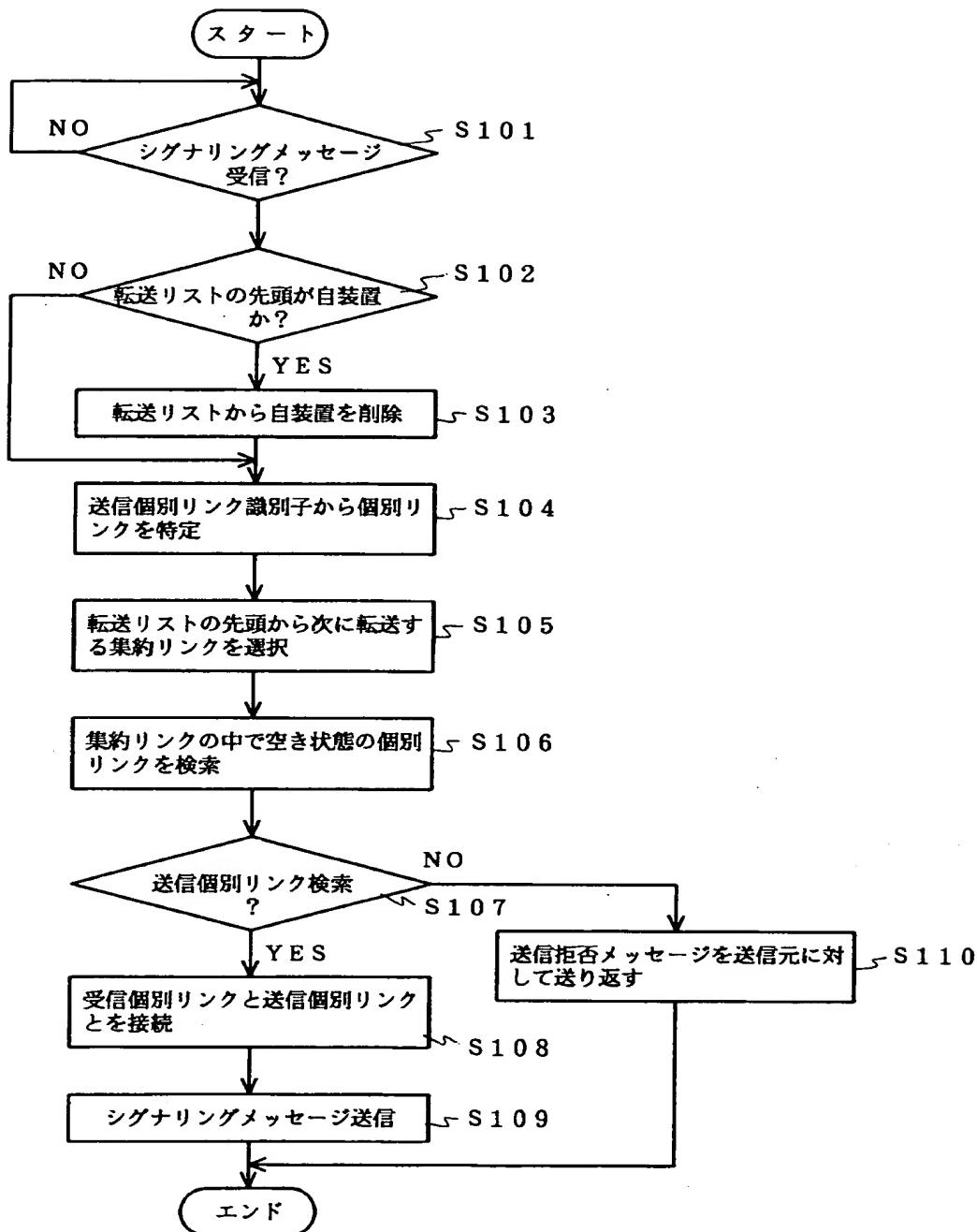
【図20】



【図21】

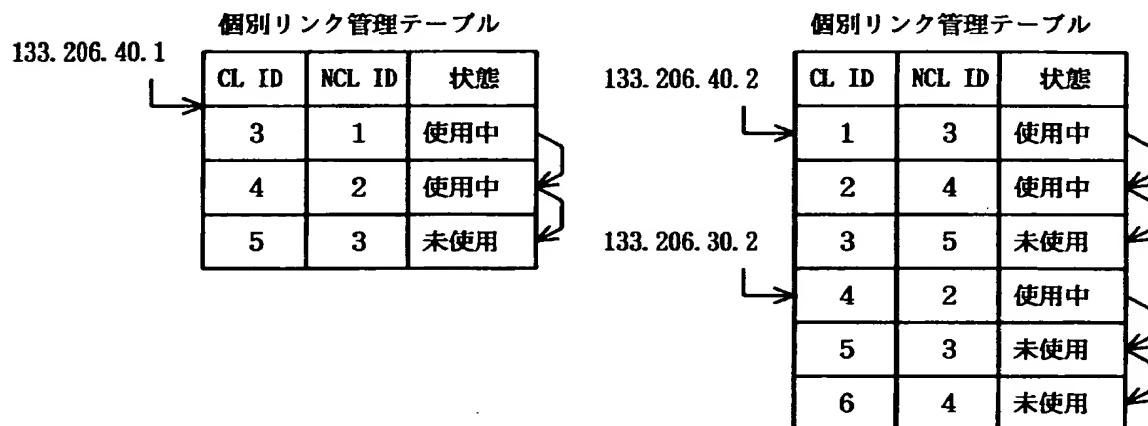
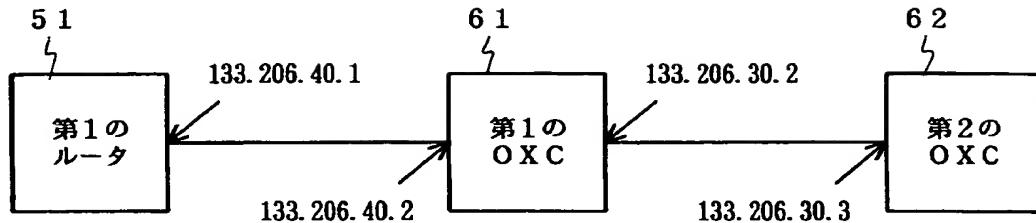


【図22】

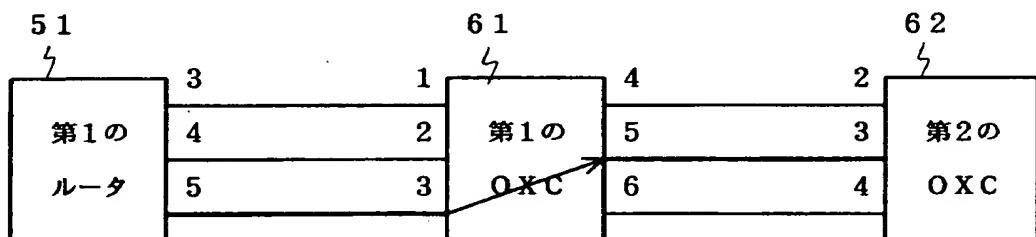


【図23】

(a) 集約リンクの接続関係



(b) 個別リンクの接続関係



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 現状のリンクステートルーティング処理部に手を加えずに、ルータ間並列リンクにおけるルーティング処理のスケーラビリティ及び安定性を確保可能なパケット転送経路制御装置を提供する。

【解決手段】 個別リンク管理部21が各リンク間でハローメッセージを交換し、隣接ルータの装置識別子を学習する。集約リンク管理部22は同一隣接ルータ識別子を有する個別リンクを集約して集約リンクとして仮想リンクを作成した後、リンクステートルーティング処理部26に通知する。リンクステートルーティング処理部26は集約リンク単位でルーティング処理を行うため、ルータ間の並列リンク数に関係なく、スケーラブルなルーティング処理を実現可能となる。

【選択図】 図2

出願人履歴情報

識別番号 [000004237]

1. 変更年月日 1990年 8月29日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区芝五丁目7番1号

氏 名 日本電気株式会社



Creation date: 09-13-2004

Indexing Officer: OABAYOMI - OLUBUKOLA ABAYOMI

Team: OIPEBackFileIndexing

Dossier: 09919829

Legal Date: 03-11-2004

No.	Doccode	Number of pages
1	IDS	3
2	NPL	3

Total number of pages: 6

Remarks:

Order of re-scan issued on .....